

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Отделение электронной инженерии
 Направление 15.03.01 Машиностроение

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Технология изготовления сварного каркаса для крепления светодиодной ленты
УДК 621.791.75.037:621.383.52:658.562

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В41	Кузьминых Юрий Викторович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ ИШНКБ	Першина Анна Александровна	К.Т.Н.		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОЭИ ИШНКБ	Дегтерев Александр Сергеевич	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОСГН ШБИП	Жаворонок Анастасия Валерьевна			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Гуляев Милий Всеволодович			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ ИШНКБ	Першина Анна Александровна	К.Т.Н.		

	Анализ требований и выбор мер по охране труда и охране окружающей среды.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Комплект чертежей сварного каркаса. Сборочный чертёж и чертежи сборочных единиц. 2. Комплект чертежей сварочного приспособления. Сборочный чертеж и чертежи сборочных единиц 3. Презентация Power Point Presentation

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Технологическая часть	Дегтерев Александр Сергеевич
Финансовый менеджмент, ресурсо-эффективность и ресурсосбережение	Жаворонок Анастасия Валерьевна
Социальная ответственность	Гуляев Милий Всеволодович
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	15.03.2019
---	------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В41	Кузьминых Юрий Викторович		

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение
 Уровень образования бакалавриат
 Отделение электронной инженерии
 Период выполнения 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:	03.06.2019 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
15.04.2019 г.	Аналитический обзор литературы	10
19.04.2019 г.	Характеристика материала изделия	10
23.04.2019 г.	Выбор способа сварки	10
27.04.2019 г.	Обоснование выбора присадочного материала	10
30.04.2019 г.	Выбор сварочного оборудования	10
04.05.2019 г.	Разработка технология сварки	10
08.05.2019 г.	Разработка сварочного приспособления	10
11.05.2019 г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
16.05.2019 г.	Социальная ответственность	10
18.05.2019 г.	Заключение по работе	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

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

Консультант (при наличии)

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОЭИ ИШНКБ	Дегтерев А.С.	К.Т.Н.		

СОГЛАСОВАНО:**Руководитель ООП**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ ИШНКБ	Першина А.А.	К.Т.Н.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 67 страниц, 8 рисунков, 17 таблиц, 15 литературных источников, 17 листов демонстрационного материала (слайды).

Ключевые слова: сварной каркас, сварочное приспособление, ручная дуговая сварка неплавящимся электродом в среде защитных газов, аргон, алюминиевый сплав

Субъектом разработки является технология изготовления сварного каркаса для крепления светодиодной ленты.

Цель работы – разработать технологическую документацию сборки сварного каркаса для крепления светодиодной ленты.

Поставленная задача решается тем, что составляется технологическая документация на сборку и сварку алюминиевого каркаса, и разрабатывается приспособление для сборки сварного каркаса.

Выпускная квалификационная работа бакалавра выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2018 и графическом редакторе “КОМПАС-3D V17.1”.

Содержание

	С.
Реферат	6
Введение	9
1 Описание конструкции	10
1.1 Общая характеристика и назначение, состав и свойства сплава АМг2М	12
2 Разработка технологии сварки	13
2.1 Особенности сварки алюминиевых сплавов	13
2.2 Сравнительный анализ способов сварки алюминиевых сплавов	15
2.2.1 Ручная дуговая сварка покрытыми электродами	16
2.2.2 Механизированная аргодуговая сварка плавящимся электродом	17
2.2.3 Контактная точечная сварка деталей из алюминиевых и магниевых сплавов	17
2.2.4 Ручная аргодуговая сварка неплавящимся электродом	18
2.2 Выбор сварочных материалов	20
2.3 Выбор сварочного оборудования	21
2.3.1 Определение требуемого количества оборудования	24
2.3.2 Выбор параметров режима сварки	27
2.3.3 Определение расхода присадочной проволоки	27
2.4 Сварочное приспособление	28
2.4.1 Изготовление сварочного приспособления	30
2.5 Технология сборки сварного каркаса	33
3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	38
3.1 Определение себестоимости производства	39
3.1.1 Затраты на вспомогательные материалы	39

3.1.2. Затраты на силовую электроэнергию	40
3.1.3 Определение затрат на заработную плату	41
3.1.4 Определение страховых взносов	41
3.1.5 Определение накладных расходов	42
3.1.6 Определение срока окупаемости капитальных вложений	42
4 Социальная ответственность	46
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	47
4.2 Производственная безопасность	48
4.3 Экологическая безопасность	59
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	61
Заключение	65
Список использованной литературы	66

Введение

Для оформления города к любым праздникам применяются осветительные элементы декорирования фасадов зданий, улиц, проспектов. Компания ООО «Горсети» изготавливает различные типы конструкций, консоли, перетяги и подвески.

Перечисленные выше конструкции представляют собой металлические каркасы, на которые в дальнейшем, по контурам изделия производится монтаж светодиодной ленты.

К конструкциям подобного типа предъявляется ряд требований, которым они должны соответствовать. Во-первых, это технологичность, простота в изготовлении и монтаже. Во-вторых, прочность и долговечность, легкость, а также способность выдерживать работу в уличных условиях.

Конструкция формы «Звезда» является декоративным украшением, предназначенным для оформления парков и зон отдыха города. Описываемая конструкция состоит из отдельных элементов, неразъёмные соединения которой целесообразно выполнять сваркой.

Цель работы – разработать технологический процесс на сварку 150 единиц осветительных конструкций звездообразной формы из алюминиевого сплава АМГ2м.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- опираясь на требования нормативной технологической документации и обзора литературы выбрать способ сварки;
- подобрать сварочные материалы и определить требуемое для выполнения всей работы их количество;
- выбрать сварочное оборудование;
- предложить конструкцию кондуктора для сборки и сварки изготавливаемой детали;
- назначить режим сварки;

- разработать комплект технологической документации.

1 Описание конструкции

Конструкция, рассматриваемая в данной работе, представляет собой свариваемый каркас из алюминиевого сплава, который состоит из двух замкнутых контуров (наружный и внутренний) (1 на рис.1). Каркас имеет несколько типов сварных соединений – тавровое, нахлесточное, угловое и торцевое (рис.2). Толщина свариваемых деталей 3 мм. Максимальные габаритные размеры 1400x1400x20 мм³.

Контур изделия соединены между собой равномерно распределёнными вдоль периметра перемычками (2 на рис.1). Для придания жесткости и в целях сохранения габаритных размеров сварного каркаса, в центр приваривают усиливающие пластины (3 на рис. 1).

Сборочный чертёж (ФЮРА.301234.001 СБ) и сборочные единицы (ФЮРА.301234.002, ФЮРА.301234.003, ФЮРА.301234.004, ФЮРА.301234.005, ФЮРА.301234.006, ФЮРА.301234.007, ФЮРА.301234.008) представлены в приложении к дипломной работе.

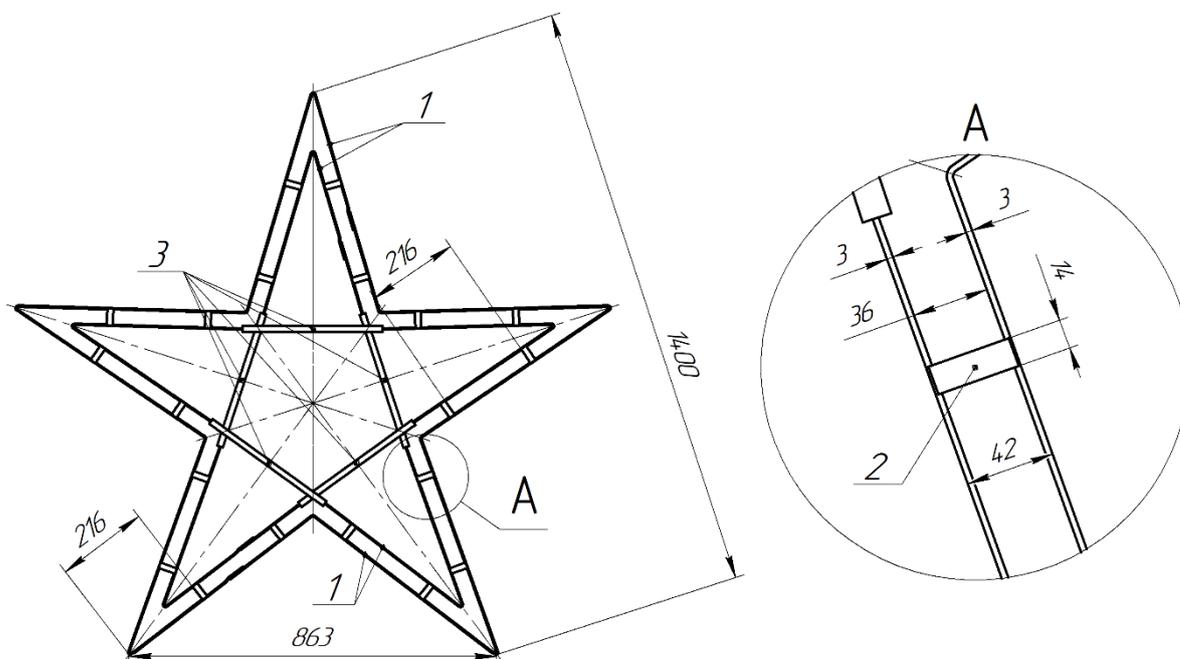


Рисунок 1 – Сварной каркас осветительной конструкции звездообразной формы.

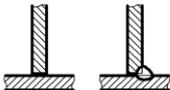
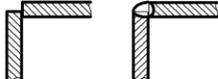
<i>Тавровое</i>	<i>Нахлесточное</i>	<i>Угловое</i>	<i>Торцевое</i>
			

Рисунок 2 – Типы сварных соединений конструкции, тавровое, нахлесточное, угловое, торцевое.

Эксплуатация производится в уличных условиях при температуре от -50 C° до $+40\text{ C}^{\circ}$.

После завершения сварочных работ, выполняют монтаж дюралайта на изделие (Рис. 3). Светодиодный дюралайт, используется при контурном оформлении зданий, украшении и подсветке фасадов, ландшафтном дизайне, при оформлении интерьера различных помещений, подсветке арок, мостов, создании световых фигур и надписей, в наружной рекламе. При монтаже дюралайт несложно закрепить практически на любой поверхности, используя специальные клипсы-держатели, либо применяя нейлоновые хомуты.

Изделие представляет собой гибкий прозрачный ПВХ-шнур с смонтированными внутри светодиодами, диаметр шнура 13мм. Исходя от диаметра дюралайта, и в целях экономии листового проката, назначаем ширину деталей контуров каркаса 14мм.



Рисунок 3 – Изготовленный сварной каркас.

Проект перекрытия переулка Томский включает в себя 150 единиц сварных каркасов. Вдоль переулка между осветительными колоннами крепится металлический трос при помощи кронштейнов, диаметр троса составляет 10 мм. Поперёк переулка с шагом 400 мм. закрепляют троса меньшего диаметра 6мм. на которые и производится монтаж готовых осветительных консолей. Крепление консолей осуществляют специальным зажимами U – образной формы, с резьбой для затяжки и фиксации изделия.

Согласно схеме монтажа, консоли крепятся чередованием двух рядов которые включают в себя по 5 и 4 консоли. Схема расположения консолей представлена на рисунке 4.

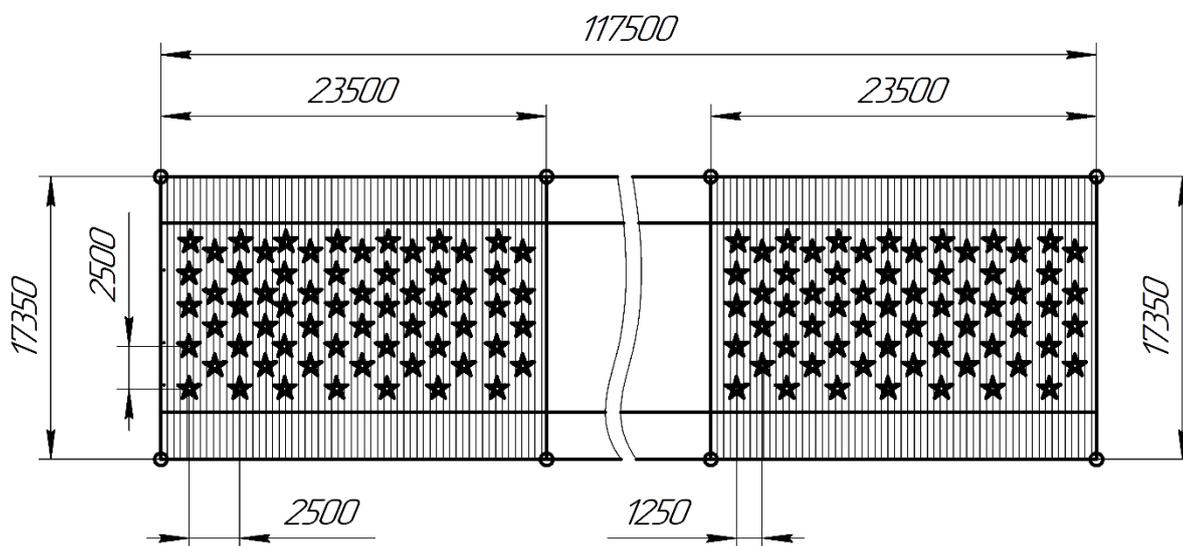


Рисунок 4 – Схема расположения консолей.

1.1 Общая характеристика и назначение, состав и свойства сплава

АМГ2м

АМГ2м – это алюминиевый деформируемый сплав, который обладает высокой коррозионной стойкостью, способностью к сварке, термической обработке и пластичностью.

Благодаря высокой коррозионной стойкости лист из данного сплава используется для изготовления различных емкостей для жидких сред в авиапромышленности и судостроении; для мало- и средненагруженных конструкций в строительстве. Имеет хорошее сопротивление к ударным

нагрузкам, не искрит при трении и соприкосновении с другими материалами. Используется также для производства рифленых алюминиевых листов, оконных конструкций, витражей. Рифленый алюминий употребляется в качестве противоскользящего напольного покрытия, что обусловлено шероховатой поверхностью листа и выпуклым рисунком.

Химический состав сплава представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав в % материала АМГ2м по ГОСТ 4784 – 97 [1]

Fe	Si	Mn	Cr	Ti	Al	Cu	Mg	Zn	Примесей
до 0.5	до 0.4	0.1 - 0.5	до 0.05	до 0.15	95.7 - 98.2	до 0.15	1.7 - 2.4	до 0.15	прочие, каждая 0.05; всего 0.15

Технологические свойства материала АМГ2м свариваемость без ограничений.

2 Разработка технологии сварки

2.1 Особенности сварки алюминиевых сплавов

Алюминий представляет собой более сложный для термической обработки металл, чем железо. Основная причина этого – мгновенное образование на его поверхности тонкой окисной плёнки.

Важной характеристикой окисной пленки алюминия является ее способность адсорбировать газы, в особенности водяной пар. Последний удерживается окисной пленкой до температуры плавления металла. Коэффициент теплового расширения окисной пленки почти в три раза меньше коэффициента расширения алюминия, поэтому при нагреве металла в ней образуются трещины. При наличии в алюминии легирующих добавок состав окисной пленки может существенно меняться. Возникающая сложная окисная пленка в большинстве случаев является более рыхлой, гигроскопичной и обладает худшими защитными свойствами [2].

Для осуществления сварки должны быть приняты меры по разрушению и удалению пленки и защите металла от повторного окисления.

В условиях электродуговой сварки в инертных защитных газах удаление окисной пленки происходит в результате электрических процессов, происходящих у катода (катодное распыление) [2].

В этих условиях возникает необходимость повышения требований к качеству предварительной обработки деталей перед сваркой с целью получения тонкой и однородной пленки по всей поверхности свариваемых кромок. Для предупреждения дополнительного окисления и засорения ванны окислами необходимо применять защитный газ высокой чистоты [2].

Ввиду высокой теплопроводности алюминия рекомендуется предварительный подогрев начальных участков шва до температуры 120–150 °С при условии если свариваются толстостенные материалы. При сварке металла большой толщины этот процесс замедляет кристаллизацию сварочной ванны, способствуя более полному удалению газов и уменьшению пористости [2].

Сварные швы подвержены короблению, поэтому сварка данного металла требует надежного крепления свариваемых заготовок. Это связано с большой величиной коэффициента линейного расширения и низким модулем упругости алюминия. По теплопроводности данный металл уступает только серебру и меди, втрое превышая теплопроводность малоуглеродистой стали. Вследствие низкой температуры плавления возникает высокая вероятность прожога свариваемого материала [3].

Важно отметить, что алюминий практически не меняет своего цвета при нагреве, поэтому во время сварки сложно контролировать размеры сварочной ванны. Пористость является одним из основных дефектов швов алюминиевых сплавов. Это связано с повышенной растворимостью газов в нагретом металле и задержкой их в нем при остывании. Данной способностью обладает водород, источником которого является влага, входящая в состав окисной пленки в виде гидратированных окислов. Необходима тщательная химическая очистка присадочного материала и механическая обработка с последующим обезжириванием свариваемых кромок [4].

При сварке алюминия стоит обратить внимание на возможность растрескивания образовавшего кратера на конце шва. Это связано с быстрым термическим расширением алюминия в ходе сварки и сужением при остывании [4].

2.2 Сравнительный анализ способов сварки алюминиевых сплавов

Алюминий и его сплавы можно сваривать многими способами дуговой сварки, металлическим покрытым электродом, плавящимся электродом под слоем флюса, неплавящимся и плавящимся электродом в среде инертных защитных газов и электрошлаковой сваркой.

Наиболее важное значение в настоящее время имеет ручная, механизированная сварка в инертных газах, и ручная дуговая сварка покрытыми электродами. Проведем сравнительную характеристику наиболее распространённых способов сварки. Основные преимущества и недостатки перечислим в таблице 2.

Таблица 2 – Основные преимущества и недостатки способов сварки алюминиевых сплавов

Способ сварки	Преимущества	Недостатки
Ручная дуговая сварка покрытыми электродами	<ul style="list-style-type: none"> – транспортабельность сварочного оборудования, – отсутствие газовых баллонов. 	<ul style="list-style-type: none"> – низкая производительность по сравнению с другими способами сварки; – наличие шлаковой корки, требуется очистка шва и околошовной зоны после сварки; – менее качественный внешний вид шва; – ограничения по толщине свариваемого материала; – наличие брызг. – большие расходы материалов на огарки и разбрызгивание;

Продолжение таблицы 2

<p>Механизированная дуговая сварка плавящимся электродом в среде защитных газов</p>	<ul style="list-style-type: none"> – простой процесс; – высокая производительность; – наличие импульсного режима; 	<ul style="list-style-type: none"> – вероятность образование непровара в начале шва, кратера или трещины на конце сварного шва. – требуется специальная оснастка сварочного полуавтомата, тефлоновый канал, гладкие ролики без насечек; – высока вероятность деформации проволоки в механизме подачи, с остановкой сварочного процесса; – наличие брызг.
<p>Ручная дуговая сварка вольфрамовым электродом в среде аргона</p>	<ul style="list-style-type: none"> – высокая устойчивость горения дуги – высокое качество сварных швов; – наличие импульсного режима; – возможность сварки тонкостенного материала; – отсутствие брызг. 	<ul style="list-style-type: none"> – способ сложный в освоении;

2.2.1 Ручная дуговая сварка покрытыми электродами

Ручную дуговую сварку покрытыми электродами используют при сварке конструкций из технического алюминия, таких сплавов как АМц и АМг, содержащих до 5 % магния. Толщина свариваемого материала ограничивается диаметром электрода. Минимальный диаметр электрода составляет 2.5 мм. Сварка производится постоянным током обратной полярности. Сварочный ток принимается из расчета 25-30А на 1 мм диаметра электрода [2].

Для получения требуемого качества сварного соединения необходим подогрев - до 250-300°С для металла средних толщин, и до 400°С - для массивных деталей. Подогрев и медленное охлаждение позволяют получить достаточное проплавление металла при умеренных сварочных токах, уменьшить вероятность возникновения кристаллизационных трещин и

сократить коробление. При сварке крупных деталей обычно используют ограниченный местный подогрев [4].

Сварка алюминиевыми электродами имеет свои особенности, вызываемые тем, что они плавятся в 2-3 раза быстрее, чем стальные. Скорость сварки, следовательно, должна быть существенно выше. При обрывах дуги кратер и конец электрода покрываются коркой шлака, препятствующей повторному зажиганию дуги. В связи с этим сварку рекомендуется выполнять непрерывно в пределах одного электрода. Поперечных колебаний электродом (как при сварке стали) делать не следует.

2.2.2 Механизированная аргодуговая сварка плавящимся электродом

При сварке плавящимся электродом в среде защитного газа источником тепла является дуга, возбуждаемая между свариваемым изделием и электродной проволокой, непрерывно подаваемой в зону дуги с заданной скоростью. Электродная проволока подается механизмом подачи с постоянной или переменной скоростью [3].

Для направления электродной проволоки, подведения к ней тока и подачи в зону сварки защитного газа применяют специальные сварочные горелки. Сварку плавящимся электродом в защитном газе используют для материала толщиной более 3 мм. Для питания дуги при сварке плавящимся электродом применяют источники постоянного тока с жесткой внешней вольтамперной характеристикой [3].

Сварку ведут на токе обратной полярности, что обеспечивает надежное разрушение окисной пленки за счет катодного распыления и нормальное формирование сварных швов. Сварку можно выполнять в полуавтоматическом или автоматическом режиме.

2.2.3 Контактная точечная сварка деталей из алюминиевых и магниевых сплавов

При точечной сварке используют кратковременные импульсы тока очень большой величины (в 3—3,5 раза больше, чем для низкоуглеродистой

стали). При сварке пластичных (неупрочненных) алюминиевых и магниевых сплавов давления практически такие же, как при сварке низкоуглеродистой стали. Сварку сплавов, упрочненных термической обработкой или деформацией, выполняют с такими же давлениями, как при сварке коррозионностойких сталей. Высокопрочные алюминиевые сплавы при точечной сварке склонны к образованию дефектов усадочного характера (пор, раковин, трещин), поэтому их сваривают с использованием ковочного усилия, которое прикладывают в процессе кристаллизации расплавленного металла ядра [5].

Особенностью точечной сварки алюминиевых сплавов является интенсивный перенос свариваемого металла на рабочую поверхность электродов и обратно, что вызывает их повышенное загрязнение, особенно при сварке магниевых сплавов. Значительные загрязнения на поверхности точек и швов снижают стойкость металла против коррозии [5].

2.2.4 Ручная аргонодуговая сварка неплавящимся электродом

При аргонодуговой сварке неплавящимся электродом через специальную горелку, в которой установлен вольфрамовый электрод, пропускают инертный газ – аргон (или гелий). Возбуждение дуги происходит между электродом и свариваемым изделием. Для заполнения разделки кромок в зону вводят присадочный пруток, химический состав которого близок к составу основного металла. В качестве защитного газа применяют аргон чистотой не менее 99,9% или смеси аргона с гелием [2].

Основными преимуществами процесса дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа является высокая устойчивость горения дуги. Благодаря этому процесс используется при сварке тонких листов. Питание дуги осуществляется переменным током от источников с падающими внешними характеристиками [6].

При подключении электрода к отрицательному полюсу (сварка на прямой полярности) изделию будет передаваться значительное количество тепла, однако пленка разрушаться не будет. Если полярность изменить и подключить электрод к положительному полюсу (сварка на обратной полярности), то тепла изделию будет передаваться меньше, однако, как только будет возбуждена дуга, окисная пленка начнет разрушаться (происходит, так называемая катодная очистка). Существует две теории, объясняющие механизм разрушения окисной. Катодное пятно, перемещаясь по поверхности сварочной ванны, приводит к испарению окислов алюминия, при этом эмиссия электронов с активных катодных пятен отталкивает фрагменты окисной пленки к краям сварочной ванны, где они формируют тонкие полоски [6].

Поток ионов обладает достаточной кинетической энергией, чтобы при столкновении с поверхностью катода разрушать окисную пленку (аналогичный эффект имеет место при пескоструйной обработке). В пользу этой теории говорит тот факт, что чистящий эффект выше при использовании инертных газов с более высоким атомарным весом (аргон). Однако наряду с этим положительным явлением будут наблюдаться такие отрицательные последствия сварки на обратной полярности как перегрев электрода, на котором будет выделяться слишком много тепла (вызывая его перегрев), и низкое проплавление основного металла. Комбинация прямой и обратной полярности позволяет использовать преимущества обеих полярностей; мы получаем и необходимое тепловложение (т.е. проплавление основного металла) в полупериоды прямой полярности и очистку поверхности от окиси алюминия (в полупериоды обратной полярности) [6].

Сварка на переменном токе этой частотой является идеальным процессом соединения всех типов алюминиевых и магниевых сплавов. Для изготовления сварного каркаса выбираем именно этот способ сварки.

2.2 Выбор сварочных материалов

В качестве защитного газа назначаем аргон высшего сорта. Состав компонентов и примесей защитного газа по ГОСТ 10157-2016.

Таблица 3 – Химический состав защитного газа аргон высшего сорта

Объемная доля аргона, %, не менее	99,993
Объемная доля кислорода, %, не более	0,0007
Объемная доля азота, %, не более	0,005
Объемная доля водяных паров, %, не более	0,0009
Температура насыщения аргона водяными парами при давлении 101,3 кПа (760 мм рт. ст.), °С, не выше	- 61
Объемная доля суммы углеродсодержащих соединений в пересчете на CO ₂ , %, не более	0,0005

В качестве присадочного материалы, согласно рекомендации литературы [7], назначением проволоку ОК Autrod 5356 (ОК Autrod 18.15) диаметром 2 мм. Это наиболее распространенная проволока для сварки изделий из алюминиево-магниевых сплавов группы с содержанием магния.

Наплавленный металл обладает относительно высокой прочностью, отличной коррозионной стойкостью и имеет цвет идентичный основному металлу при анодировании, однако он склонен к коррозионному растрескиванию под напряжением при температурах эксплуатации выше 65 °С.

Данная проволока получила широкое распространение в судо- и автомобилестроении, емкостей для хранения и транспортировки жидких и сыпучих продуктов и многих других отраслях. Химический состав и механические свойства указаны в таблице 4 и 5, соответственно.

Таблица 4 – Химический состав проволоки ОК Autrod 5356 согласно EN ISO 18273

Si	Mn	Cr	Fe	Mg	Al
< 0,25	0,15	0,12	< 0,4	5,0	остальное

Таблица 5 – Механические свойства наплавленного металла проволокой ОК Autrod 5356 согласно EN ISO 18273

Предел текучести, МПа	Предел прочности, МПа	Относительное удлинение, %
120	265	26

Российский аналог данной присадочной проволоки является сплав СвАМг5.

Таблица 6 – Химический состав проволоки СвАМг5 по ГОСТ 7871-75

Si	Mn	Zn	Cu	Fe	Mg	Al
< 0,4	0,5-0,8	0,2	0,05	< 0,4	3,2-3,8	остальное

2.3 Выбор сварочного оборудования

В компании ООО «Горсети» имеется два типа оборудования, которым можно осуществить сварку алюминиевых сплавов. А именно, сварочный инвертор Elitech АИС 200АТМ, и трансформатор с плавным регулированием ток ТПС–200.



Рисунок 5 – Трансформатор ТПС-200, инвертор ELITECH АИС 200АТМ

Питание осуществляется от однофазной сети 220 В, 50 Гц. Выходное напряжение в режиме холостого хода составляет 55-60 В. Технические характеристики ТПС –200 представлены в таблице 7. ELITECH АИС 200АТМ в таблице 8.

Таблица 7 – Технические характеристики трансформатора ТПС-200

№ п/п	Параметры	Марка
		ТПС-200
1.	Диапазон регулирования сварочного тока, А	50-200
2.	Продолжительность нагрузки в режиме максимального тока ПН, %	20
3.	Максимальная потребляемая мощность, кВт	13
4.	Питание	220 В, 50 Гц.
5.	Выходное напряжение в режиме холостого хода, В.	55-60

ТПС–200 имеет ряд недостатков по отношению к сварочному инвертору перечислим основные из них:

– Отсутствие осциллятора, в этом случае зажигание дуги производится касанием до детали, что в свою очередь портит как электрод, так и свариваемый материал:

– Отсутствие гибких настроек параметров сварки, таких как:

1. Время продувки защитного газа перед и после зажигания дуги.
2. Частота периода волны переменного тока.
3. Баланс полупериода волны переменного тока.
4. Мощность дуги при начале и время спада тока по завершению сварочного процесса.

– Требуется наличие клапана для защитного газа.

– Завершать сварочный процесс необходимо резким отводом сварочной горелки, от зоны сварного соединения. Тем самым металл будет находится в расплавленном состоянии без газовой защиты.

Все перечисленные недостатки будут оказывать влияние на качество сварных соединений, а также на время изготовления сварного каркаса.

Для дуговой сварки неплавящимся электродом выбираем сварочный инвертор аргонодуговой сварки ELITECH АИС 200АТМ (рис. 5).

Предназначен для аргонно-дуговой сварки неплавящимся вольфрамовым электродом в среде защитного газа.

Сварочный инвертор обладает импульсным режимом сварки. Оборудование, имеющее данную функцию, в перерывах между регулярно повторяемыми импульсами работает в состоянии дежурной дуги малой мощности, пропускающей только часть импульсного тока. Такая дуга в паузах между возбуждениями импульса не оказывает существенного влияния на глубину расплавления металла. За счет этого достигается устойчивое горения дуги в пространстве, целиком устраняются кратеры из сварных точек при уменьшении требуемых участков перекрытия в месте сварного шва. Выбор целесообразного отношения токов дуг (импульсной и дежурной) способен также значительно ускорить процесс сварки.

Используя импульсную дугу в виде источника тепла, можно существенно расширить возможности традиционной сварки дугой в защитной газовой среде. Технология импульсно-дуговой сварки характеризуется режимами пульсации дуги (объемом и скоростью введения теплоты в заготовку). Они определяются определенной программой, исходя из толщин и свойств соединяемых материалов, а также положения швов в пространстве.

В ходе процесса импульсно-дуговой сварки пульсация дуги имеет постоянно заданное отношение импульсов к паузам.

К важнейшим параметрам, характеризующим этот процесс, относят продолжительности импульсов с паузами, всего цикла. Способность к проплавлению пульсирующей дуги с заранее установленной продолжительностью цикла и импульса определяется импульсным режимом сварки, его жесткостью. Этот параметр технологии в своем крайнем значении характерен для дугового варианта сварки. Регулируя импульсные характеристики, можно оказывать воздействие как на размер с формой зоны сваривания, процесс кристаллизации металлов, так и на образование швов, остаточные либо временные деформации, прочие характеристики хода сварки.

Способность к проплавлению пульсирующей дуги дает наибольший эффект при импульсной сварке алюминия с толщинами листов менее 3 мм.

Возможность рационального применения поверхностного натяжения металлов в ходе импульсно-дуговой сварке создает необходимые условия для должного формирования шва независимо от его положения в пространстве.

Этим объясняется активное применение свойств импульсной дуги при выполнении швов в потолочном, вертикальном либо горизонтальном положении на металлоизделиях самого большого диапазона толщин.

Таблица 8 – Технические характеристики ELITECH AIC 200ATM

Вид устройства:	Сварочный инвертор
Напряжение, В / Частота, Гц:	220 / 50
Габаритные размеры, мм:	485x240x433
Потребляемая мощность, Вт:	TIG: 5200, MMA: 6400
Диаметр электрода, мм:	1.6-5.0
Макс. напряжение холостого хода, В:	66
Сварочный ток, А:	AC: 10-200, DC: 5-200
Цикл работы, А/%:	100/60
Газ перед сваркой/после сварки, сек:	0.-1 / 3-10
Коэффициент мощности, cosφ:	0.68
Баланс полярности, %:	15-50
Время спада тока, сек:	0-10
Скважность импульсов, %:	5-100
Частота повторения импульса, Гц:	0.5-200
Частота сварочного переменного тока, Гц:	50-250
Вес, кг:	20

2.3.1 Определение требуемого количества оборудования

Программа выпуска осветительных каркасов рассчитана на 1 календарный месяц. В связи с ограниченными сроками изготовления, необходимо рассчитать количество требуемого оборудования. И доказать снижение трудозатрат за счёт применения сварочного кондуктора в расчетной форме.

Необходимое количество оборудования рассчитывается по формуле

[13]:

$$C_p = \frac{N \times T_{шт}}{60 \times F_{пл} \times K_{вн}} \quad (1)$$

где N – месячная производственная программа, шт., N = 150 шт.;

T_{шт} – трудоемкость месячной программы, мин.;

$F_{\text{пл}}$ – планируемый месячный фонд времени работы оборудования, ч,
 $K_{\text{вн}}$ – коэффициент выполнения норм., $K_{\text{вн}}=1,0$.

$$F_{\text{пл}} = (\Phi_{\text{к}} - \Phi_{\text{вых}}) \times t \times n \times \left(1 - \frac{\alpha}{100}\right) \quad (2)$$

$\Phi_{\text{к}}$ – календарный фонд рабочего времени 31 дней/месяц,

$\Phi_{\text{вых}}$ – фонд выходных дней – 10,

t – часы работы в смену – 8 часов,

n – количество смен – 1,

α – доля затрат времени на ремонт, наладку, переналадку, переброску оборудования, в процентах к режимному фонду.

$$F_{\text{пл}} = (31 - 10) \times 8 \times 1 \times \left(1 - \frac{2}{100}\right) = 164 \text{ часов.}$$

$F_{\text{пл}}=164\text{ч.};$

Установлено что время на изготовление одной единицы осветительного каркаса без применения сварочного кондуктора составляет 240 минут.

С применением кондуктора трудозатраты сокращаются на 81% время изготовления составляет 45 минут.

$$C_{\text{р1}} = \frac{150 \times 240}{60 \times 164 \times 1} = 3.6 \text{ шт.}$$

$$C_{\text{р2}} = \frac{150 \times 45}{60 \times 164 \times 1} = 0.68 \text{ шт.}$$

Согласно расчетным данным принимаем для базового технологического процесса четыре единицы сварочного оборудования, а для предлагаемого одну единицу оборудования.

Определение количества оборудования осуществляем путем округления расчетного количества оборудования $C_{\text{р}}$ до целого числа в большую сторону. Это связано с сокращением трудозатрат для предлагаемого технологического процесса. Следовательно, и вспомогательное приспособление берем по количеству принятого оборудования и сводим в

таблицу 6.

Коэффициент загрузки оборудования определяем по формуле [12]:

$$K_{30} = C_p / C_{п} \times 100 \quad (3)$$

где C_p – расчетное количество оборудования, шт.;

$C_{п}$ – принятое количество оборудования, шт.

$$K_{301} = 3.6 / 4 \times 100 = 90\%$$

$$K_{302} = 0.68 / 1 \times 100 = 68\%$$

Таблица 9 – Количество вспомогательного оборудования, необходимого для изготовления изделия и коэффициент его загрузки

Номер операции	Наименование оборудования	Норма штучного времени $T_{шт}$, мин	Необходимое количество оборудования C_p , шт	Принятое количество оборудования $C_{п}$, шт	Коэффициент загрузки K_{30} , %
Базовый технологический процесс					
005	Станок гибочный	10,4	0,1	1	10
010	Сварочный стол	240	3,6	4	90
015	Стенд визуально измерительного контроля	11,7	0,1	1	10
Предлагаемый технологический процесс					
005	Станок гибочный	10,4	0,14	1	14
010	Сварочный кондуктор	45	0,68	1	68

Продолжение таблицы 9

015	Стенд визуально измерительного контроля	11,7	0,1	1	15,5
-----	---	------	-----	---	------

2.3.2 Выбор параметров режима сварки

Воспользуемся, рекомендуемыми в литературе, параметрами сварки данных типов и толщин соединений [6].

Таблица 10 – Режимы сварки неплавящимся электродом в среде аргона

Толщина металла, мм	Диаметр вольфрамового электрода, мм	Диаметр присадочной проволоки, мм	Сила тока, А	Напряжение дуги, В	Расход газа, л/мин
3	2	2	100-130	15-20	6-15

2.3.3 Определение расхода присадочной проволоки

Определяем массу наплавленного металла по формуле (4):

$$G_n = \gamma \cdot F_n \cdot l_{шва}, \quad (4)$$

где $l_{шва}$ – суммарная длина шва угловых швов равна 560 мм;

суммарная длина шва торцевых швов равна 164 мм;

тавровых швов 450 мм;

нахлесточных швов 150 мм.

F_n – площадь наплавленного металла, мм²,

γ – удельная плотность алюминия, 2,7 г/см³.

Определяем площадь поперечного сечения сварных швов.

Для нестандартных типов соединений:

$$F_n = Sb + 0,75eg = 3 * 0 + 0,75 * 6 * 2 = 9\text{мм.}^2 \quad (5)$$

Где S – толщина материала;

b – зазор между свариваемых деталей;

e – ширина шва;

g – высота шва.

Для тавровых швов:

$$F_n = 0,5K^2 + 1,05K = 0,5 * 3^2 + 1,05 * 3 = 7,65\text{мм.}^2 \quad (6)$$

Где K – катет сварочного шва.

Для угловых швов:

$$F_H = Sb + 0,5n^2 + n(S - n)^2 + 0,75g(e - n) \quad (7)$$

$$F_H = 3 * 0 + 0,5 * 2^2 + 2(3 - 2)^2 + 0,75 * 0(3 - 2) = 4\text{мм.}^2$$

Где S – толщина материала;

b – зазор между свариваемых деталей;

n – смещение плоскостей свариваемых деталей;

e – ширина шва;

g – высота шва.

Для нахлесточных швов:

$$F_H = 0,5K^2 + 1,05K = 0,5 * 3^2 + 1,05 * 3 = 7,65\text{мм.}^2 \quad (8)$$

Где K – катет сварочного шва.

Следовательно, согласно формуле (3);

$$G_H = 2,7 \cdot (0,09 * 16,4 + 0,0765 * 45 + 0,04 * 56 + 0,0765 * 15) = 28 \text{ г.}$$

Расход присадочного материала составляет 28 грамм на одно изделие.

На изготовление 150 осветительных каркасов потребуется:

$$28 \times 150 = 4,2\text{кг.}$$

2.4 Сварочное приспособление

Сварочный кондуктор – приспособление, значительно облегчающее процесс сварки громоздких деталей; представляет собой устройство для сборки и закрепления друг относительно друга свариваемых частей, которые фиксируются в определенном положении. Это разновидность системы, которая позволяет производить объемную фиксацию деталей для сборки и сварки. Кондуктор значительно повышает производительность, облегчая процесс изготовления изделий, а качество полученной продукции при этом возрастает.

Применение сварочного кондуктора в производстве имеет много других плюсов, один из которых – высокая точность сварки, а в некоторых отраслях промышленности этот фактор особенно важен.

В процессе обработки деталь расположена в самом кондукторе. Приспособления даёт возможность обработки детали в нескольких местах одновременно.

Правильно спроектированное и изготовленное приспособление должно отвечать следующим требованиям;

- быть удобным в эксплуатации;
- обеспечивать проектные размеры изделия;
- обеспечивать быструю установку элементов и съём собранного изделия;
- иметь невысокую стоимость;
- удовлетворять требованиям техники безопасности при выполнении сборочных и сварочных работ [8].

Тип приспособления определяется серийностью производства и степенью сложности конструкции. В единичном производстве обычно применяют универсальные приспособления. В серийном производстве, в зависимости от количества изготавливаемых однотипных изделий, используют как универсальные, так и специализированные приспособления. В массовом производстве распространены приспособления различных типов, от простых до сложных, быстродействующих, с элементами автоматики.

В нашем случае производство является мелкосерийным, но в то же время сложность детали вынуждает разработать специализированное приспособление, которое будет отвечать выше перечисленным требованиям.

Для разработки приспособления необходимо произвести анализ свариваемого изделия. Утвердить габаритные размеры детали, способ и положение сварки. Спроектировать модель оснастки, осуществить подбор стандартных изделий, которые необходимы для изготовления кондуктора. В процессе разработки необходимо учитывать центр масс собираемого изделия, и деформации, возникающие при сварке. На заключительном этапе необходимо подготовить комплект технической документации, и согласовать проект.

2.4.1 Изготовление сварочного приспособления

В качестве материала изготовления сварочного приспособления будем использовать сталь СтЗсп.

СтЗсп – это низкоуглеродистая сталь обыкновенного качества, поставляемая по ГОСТ 380-2005.

Сталь обыкновенного качества поставляется в горячекатаном состоянии. Изготовленные из нее конструкции обычно не подвергаются последующей термообработке [9,с.204].

Механические свойства и химический состав стали СтЗсп представлены в таблице 11 и таблице 12.

Таблица 11 – Механические свойства стали СтЗсп при $T=20C^{\circ}$ по ГОСТ 535-2005

Временное сопротивление σ_B , МПа	Предел текучести σ_T , (МПа) для толщин до 20 мм	Относительное удлинение δ_5 (%), для толщин до 20 мм
380-490	250	26

Таблица 12 – Химический состав стали в % СтЗсп по ГОСТ 380-2005

C	Si	Mn	Ni	Cr	Cu	S	P
0,14-0,22	0,12-0,3	0,4-0,65	до 0,3	до 0,3	до 0,3	до 0.05	до 0.04

Общие технологические свойства:

- Свариваемость – без ограничений.
- Склонность к отпускной способности – не склонна.

Свариваемость низкоуглеродистых сталей оценивается как без ограничений.

Сварку кондуктора будем осуществлять полуавтоматической сваркой в среде защитных газов.

Основной особенностью полуавтоматической сварки в углекислом газе является использование электродных проволок с повышенным содержанием элементов раскислителей, компенсирующих их выгорание в зоне сварки (таких как Mn и Cr).

Согласно рекомендации [10,с.107], чаще всего для сварки низкоуглеродистых сталей используют проволоки Св-08Г2, Св-08ГС и Св-08Г2С. Выбираем сварочную проволоку Св-08ГС, т.к. в ней оптимальное соотношение кремния и марганца, а так же из экономических соображений.

Химический состав проволоки Св-08ГС и механические свойства металла шва, представлены в таблице 13 и таблице 14 соответственно.

Таблица 13 - Химический состав сварочной проволоки Св-08ГС по ГОСТ 2246-70

C,%	Cr,%	Si,%	Mn,%	Ni,%	S,%	P,%
Не более 0,1	0,2	0,6-0,85	1,4-1,7	0,25	0,025	0,03

Таблица 14 – Механические свойства наплавленного металла проволокой Св-08ГС по ГОСТ 2246-70

Марка	σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	ψ , %
Св-08ГС	300	500	22	50

Принимаем в качестве защитного газа углекислый газ (CO_2), так как это самый распространенный и дешевый газ.

Помимо углекислого газа (в редких случаях), в качестве защитной среды, могут применяться инертные (гелий, аргон). А также смеси газов, такие как $Ar+CO_2(25\%)$, $Ar+CO_2(25\%)+O_2(5\%)$.

В спецификацию сварочного приспособления входят следующие детали:

Детали, изготавливаемые на плазморежущем оборудовании;

- основание, толщина детали 8мм. количество – 2 единицы;
- базовая плоскость, толщина детали 2мм. количество – 2 единицы;
- фланец шайба – 1 единица;

Детали, изготавливаемые на токарном оборудовании;

- опорная ось подшипника;
- корпус подшипника.

Детали, изготавливаемые при помощи рубки на гильотине;

- фиксирующие и ограничивающие пластины.

Стандартные изделия;

– подшипник 105 ГОСТ 8338 – 75;

– труба квадратного сечения 40x25x2 ГОСТ 8645 – 68.

Сборку начинают с приварки к основанию (1 рис.7) оси вращения кондуктора (2 рис.7).

Далее стыкуют базовые плоскости кондуктора (3 рис.7). Необходимость в стыковке связана с габаритами стального проката и рабочей зоны плазмореза. Усиление плоскости кондуктора обеспечивают приваркой профильной трубы (4 рис.7).

После чего приваривают упорные (5 рис.7) и фиксирующие пластины (6 рис.7), которые будут определять взаимное расположение заготовок относительно друг друга.

На второе основание (7 рис.7) приваривается корпус подшипника (8 рис.7). Полученную деталь, в сборе с корпусом подшипника соединяют болтами с базой кондуктора, через фланец-шайбу (9 рис.6).

Заканчивают процесс сборки кондуктора запрессовкой подшипника (10 рис.7).

Сборочный чертёж (ФЮРА.040640.001 СБ) и сборочные единицы (ФЮРА.040640.002, ФЮРА.040640.003, ФЮРА.040640.004, ФЮРА.040640.005, ФЮРА.040640.006, ФЮРА.040640.007, ФЮРА.040640.008, ФЮРА.040640.009) представлены в приложении к дипломной работе.

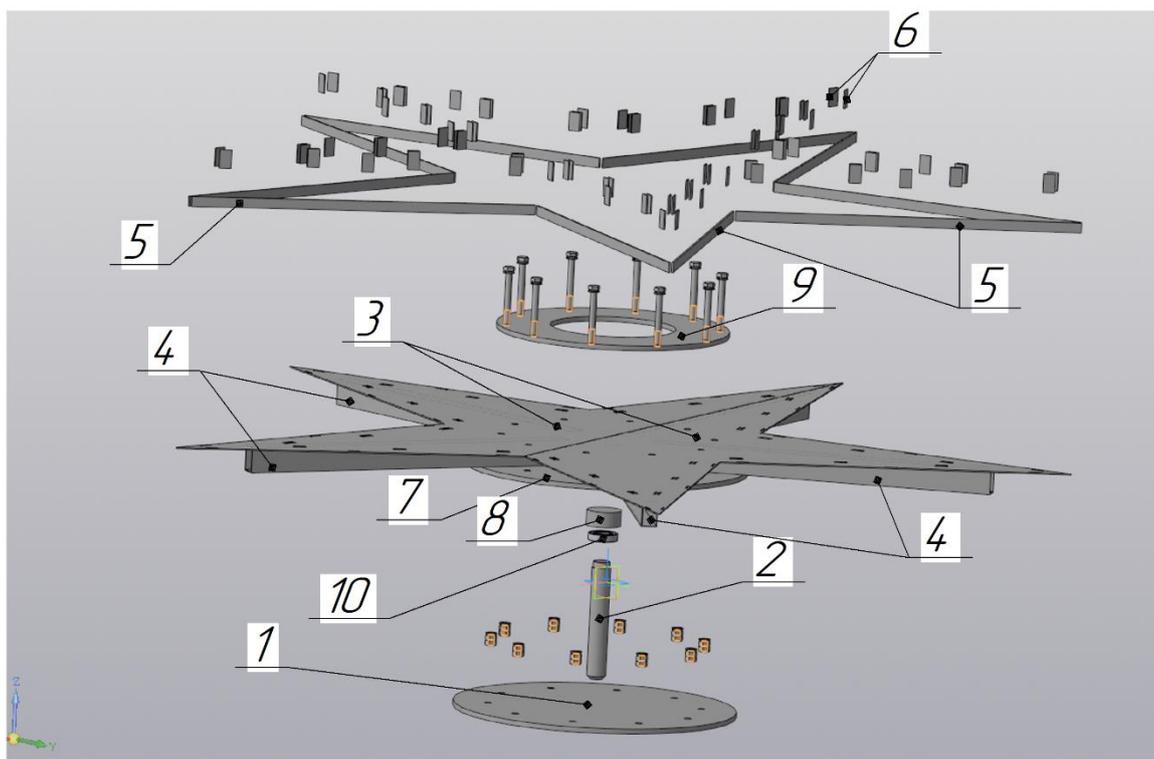


Рисунок 6 – Сборка сварочного приспособления

1 – Нижнее основание; 2 – ось; 3 – база кондуктора; 4 – профильная труба;
 5 – упорные пластины; 6 – фиксирующие пластины; 7 – основание
 кондуктора; 8 – корпус подшипника; 9 – фланец шайба; 10 – подшипник.

2.5 Технология сборки сварного каркаса

Перед тем как приступить к сварке каркаса, детали необходимо подвергнуть правке. Так как после рубки на гильотине, присутствует винтовой изгиб, который равномерно распределён по всей длине заготовки.

Правка выполняется как вручную при помощи киянки и правильной плиты, так и с применением специальных механизмов (гидравлический, винтовой пресс). После правки нанести разметку загибов, для придания заготовкам нужной геометрической формы. Гибка осуществляется на ручном инструменте Blacksmith M3-G. (Рис. 7).

Гибочный механизм обеспечивает чёткое позиционирование угла заготовки, с наименьшим образованием скругления в углах деталей. Что облегчает процесс сборки конструкции, а именно укладку заготовок в базу кондуктора.

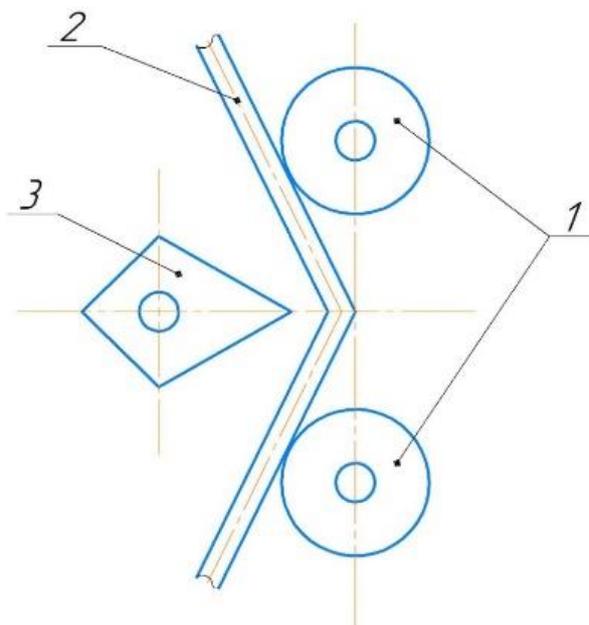


Рисунок 7 – Схема гибочного механизма.

1 – упорные ролики; 2 – деталь; 3 – матрица.

Сварку стандартных соединений необходимо производить согласно ГОСТ 14806-80 типы сварных соединений (Т1, Н1, У4) при толщине деталей 3мм. свариваются без разделки кромок.

Качество сварного шва напрямую зависит от подготовки поверхности деталей. Прежде всего поверхность очищают от консервирующей смазки и загрязнений, протирая ее ветошью, смоченной в бензине, уайт-спирите или других органических растворителях.

Для сборки и сварки деталей используется изготовленный сварочный кондуктор, в котором при помощи быстросъемных прижимов фиксируются все элементы конструкции.

Начинают сборку с соединения наружного и внутреннего контура каркаса (1 рис.9).

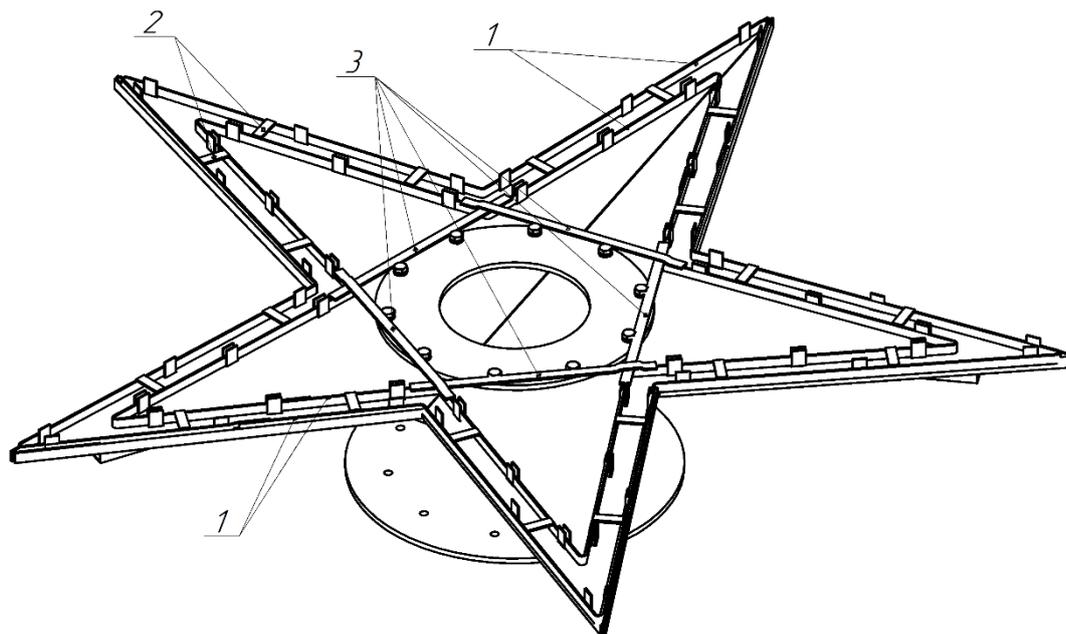


Рисунок 8 – Процесс сборки сварного каркаса

1 – Наружный и внутренний контур каркаса; 2 – соединительные перемычки;
3 – усиливающие пластины.

При стыковке образуется нахлест деталей равный 45мм. для внутреннего каркаса, и 50мм. для наружного. Обеспечив прижим вместе соединения, свариваем торцевые швы согласно карте эскизов ФЮРА.20190.00003. В свободной последовательности.

Вдоль периметра полученной заготовки привариваются соединительные перемычки (2 рис.8), связывающие между собой контуры каркаса. Тип соединения (У4). Карта эскизов ФЮРА.20190.00003.

Для придания жесткости конструкции в центр привариваем усиливающие пластины (3 рис.9). Которые обеспечивают фиксацию внутренних углов конструкции. Тип соединения (Т1), (Н1). Карта эскизов ФЮРА.20190.00003.

Комплект технологической документации на изготовление сварного каркаса для крепления светодиодной ленты представлены в приложении к дипломной работе. Карты эскизов (ФЮРА.20190.00001, ФЮРА.20190.00002, ФЮРА.20190.00003).

Маршрутная карта (ФЮРА.10190.00001, ФЮРА.10190.0000).
Операционная карта (ФЮРА.60190.00001, ФЮРА.60190.00002,
ФЮРА.60190.00003)

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3–1В41	Кузминых Юрий Викторович

Школа	Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности	Отделение школы (НОЦ)	Электронной инженерии
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

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

1. <i>Стоимость ресурсов: материально-технических, энергетических, человеческих.</i>	<i>Стоимость применяемого оборудования для проведения сварочных работ, тарифные ставки рабочих, стоимость электроэнергии.</i>
2. <i>Нормы и нормативы расхода ресурсов.</i>	<i>В соответствии с ГОСТ 14.322-83 «Нормирование расхода материалов» и ГОСТ Р 51541-99 «Энергосбережение. Энергетическая эффективность»</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений.</i>	<i>– отчисления во внебюджетные фонды (30,2%)</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Планирование и формирование затрат технического проекта</i>	<i>Формирование затрат на техническое проектирование: – затраты на вспомогательные затраты; – заработная плата; – отчисления во внебюджетные фонды – накладные расходы.</i>
2. <i>Определение ресурсосберегающей эффективности технического проекта</i>	<i>Определение эффективности технического проектирования.</i>
3. <i>Срок окупаемости сварочного кондуктора.</i>	<i>Обосновать разработку, изготовление, и применение сварочного кондуктора.</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. При необходимости представить эскизные графические материалы к расчетному заданию
--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	15.03.2019
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОСГН ШБИП	Жаворонок Анастасия Валерьевна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3–1В41	Кузьминых Юрий Викторович		

3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В организационно-экономической части выполняется технико-экономическое обоснование принимаемых инженерных решений. К таким решениям относится обоснование изготовления сварочного кондуктора.

Существует базовый вариант изготовления сварного каркаса, который используется в производственной ремонтной базе ООО «Горсети».

При замене базового варианта технологического процесса изготовления на разработанный, необходимо обосновать экономическую эффективность, достигнутую при внедрении предлагаемого варианта.

Наиболее экономически целесообразным считается тот вариант, который при наименьших затратах обеспечивает выполнение заданной программы выпуска продукции.

Согласно базовому технологическому процессу, изготовление сварного каркаса производится на сварочном столе. Время сварочной операции составляет 240 минут. В качестве сварочного оборудования используются инверторы ELITECH АИС 200 АТМ.

В предлагаемом технологическом процессе разработаем и внедрим в производство сварочный кондуктор, значительно снижающий трудозатраты.

Цены на оборудование за 01.01.2019 (см. табл. 15).

Таблица 15 – Первоначальная стоимость оборудования

Наименование оборудования	Количество, шт	Цена единицы оборудования, Ц _о , тыс.руб	Стоимость тыс.руб
Базовый технологический процесс			
Инвертор ELITECH АИС 200 АТМ	4	75,4	301,6
Сварочный стол	4	100	400
Итого			701,6
Предлагаемый технологический процесс			
Инвертор ELITECH АИС 200 АТМ	1	75,4	75,4
Сварочный кондуктор	1	58	58
Итого			133,4

3.1 Определение себестоимости производства

Расчет выполнен по данным и методике, принятым на ООО «Горсети» в 2019 году.

Технологические затраты включают в себя затраты на вспомогательные материалы, затраты на силовую электроэнергию, затраты на заработную плату, страховые взносы и накладные расходы.

3.1.1 Затраты на вспомогательные материалы

К вспомогательным материалам относят присадочную проволоку, защитную смесь газов.

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле [12]:

$$C_{п.с} = \sum_{i=1}^n G_d \times K_{nd} \times C_{пс} \text{ руб./изд} \quad (9)$$

где G_d – масса наплавленного металла электродной проволоки и электродов

K_{nd} – коэффициент, учитывающий расход присадочного материала [10],

$C_{п.с}$ – стоимость сварочных материалов

$$C_{п.сбаз.} = 0,028 \times 1197,2 \times 1,1 = 37 \text{ руб.},$$

$$C_{п.спредл.} = 0,028 \times 1197,2 \times 1,1 = 37 \text{ руб.}$$

Затраты на защитный газ определяем по формуле [10]:

$$C_{з.г.} = g_{з.г.} \times k_{т.п.} \times C_{г.з.} \times T_o, \text{ руб./изд.} \quad (10)$$

где $g_{з.г.}$ – расход аргона, $g_{з.г.} = 0,38 \text{ м}^3/\text{ч.}$;

$k_{т.п.}$ – коэффициент, учитывающий тип производства, $k_{т.п.} = 1,15$ [12];

$C_{г.з.}$ – стоимость аргона, м^3 , $C_{г.з.} = 507,81 \text{ руб./ м}^3$;

T_o – основное время сварки в смеси газов, ч.,

$T_o = 4 \text{ ч.}$ – для базового варианта,

$T_o = 0,75 \text{ ч.}$ – для предлагаемого варианта.

Для базового технологического процесса:

$$C_{з.г.} = 0,38 \times 1,15 \times 507,81 \times 240 / 60 = 890 \text{ руб./изд.}$$

Для предлагаемого технологического процесса:

$$C_{з.г.} = 0,38 \times 1,15 \times 507,81 \times 45 / 60 = 170 \text{ руб./изд.}$$

Таблица 16 – Затраты на вспомогательные материалы

Наименование	Величина затрат, руб.	
	Базовый вариант	Предлагаемый вариант
Затраты на присадочный материал, $C_{п.с.}$	37	37
Затраты на газ, $C_{з.г.}$	890	170

При сравнении вариантов изготовления, разница составила 78% в пользу предлагаемого варианта.

3.1.2. Затраты на силовую электроэнергию

Затраты технологической электроэнергии найдем по формуле [12]:

$$Z_{втэ} = \left[\frac{U_{ci} \times I_{ci} \times t_{ci}}{\eta_u \times 1000} + P_x \times \left(\frac{T_o}{K_u} - T_o \right) \right] \times R_{пс} \times Ц_э \quad (11)$$

где U_C и I_C – электрические параметры режима сварки;

T_O – основное время сварочной операции;

η_u – КПД оборудования, для базового технологического процесса:

$\eta_u = 0,80$, для предлагаемого технологического процесса: $\eta_u = 0,93$;

P_x – мощность холостого хода источника, $P_x = 0,4$ Вт;

K_u – коэффициент учитывающий простой оборудования, $K_u = 0,5$;

t_{ci} – время горения дуги

$Ц_э$ – средняя стоимость электроэнергии, $Ц_э = 5,4$ руб.

$$З_{\text{втэ}1} = \left[\frac{29.8 \times 220 \times 1.44}{0.80 \times 1000} + 0.4 \times \left(\frac{4}{0.5} - 4 \right) \right] \times 1,05 \times 5,4 = 21 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{втэ}2} = \left[\frac{16.8 \times 220 \times 1.44}{0.93 \times 1000} + 0.4 \times \left(\frac{0.75}{0.5} - 0.75 \right) \right] \times 1,05 \times 5,4 = 7 \text{ руб.}$$

3.1.3 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле:

$$C_{\text{з.п.сд}} = (TC \times \Sigma T_{\text{ш}}) \times K_{\text{д}} \times K_{\text{пр}} \times K_{\text{рай}} \quad (12)$$

где TC – тарифная ставка на 01.01.2019, руб., TC – 80,34 руб.;

$K_{\text{д}}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату, $K_{\text{д}}=1,12$;

$K_{\text{пр}}$ – коэффициент, учитывающий процент премии, $K_{\text{пр}}=1,5$;

$K_{\text{рай}}$ – районный коэффициент, $K_{\text{рай}}=1,3$;

Затраты на заработную плату основных производственных рабочих по базовому технологическому процессу:

$$C_{\text{з.п.сд}} = (80,34 \times 4) \times 1,12 \times 1,5 \times 1,3 = 700 \text{ руб./изд.}$$

Заработная плата основных производственных рабочих по предлагаемому технологическому процессу:

$$C_{\text{з.п.сд}} = (80,34 \times 0,75) \times 1,12 \times 1,5 \times 1,3 = 130 \text{ руб./изд.}$$

3.1.4 Определение страховых взносов

Размер страховых взносов определяется по формуле:

$$C_{\text{соц.с}} = C_{\text{зп.сд}} \times K_{\text{с.в.}} \text{ руб./изд.} \quad (13)$$

где $K_{\text{с.в}}$ – ставка взносов по предприятию, $K_{\text{с.в}}=32,8\%$

Затраты на страховые взносы основных производственных рабочих по базовому технологическому процессу:

$$C_{\text{соц.с}} = 700 \times 32,8 = 230 \text{ руб./изд.}$$

Затраты на страховые взносы основных производственных рабочих по предлагаемому технологическому процессу:

$$C_{\text{соц.с}} = 130 \times 32,8 = 42 \text{ руб./изд.}$$

3.1.5 Определение накладных расходов

Накладные расходы представляют собой сумму общепроизводственных и общехозяйственных расходов предприятия и в настоящем времени принимается в размере 105 и 45% соответственно.

$$N_p = C_{з.п} \times P_n \text{ руб./изд} \quad (14)$$

где $C_{з.п}$ – основная заработная плата

P_n – накладные расходы

Накладные расходы базового технологического процесса составят:

$$N_{p1} = 625 \times 1,5 = 940 \text{ руб./изд.}$$

Накладные расходы предлагаемого технологического процесса составят:

$$N_{p2} = 116 \times 1,5 = 130 \text{ руб./изд.}$$

3.1.6 Определение срока окупаемости капитальных вложений

Сведем все данные расчетов в таблицу 16 и рассчитаем полученную экономию предлагаемого технологического процесса.

Таблица 16 – Количество приведенных затрат

№	Наименование	Величина затрат, руб.		Экономия, руб. Э.
		Базовый вариант	Предлагаемый вариант	
1	Затраты на вспомогательные материалы	927	170	720
2	Затраты на силовую электроэнергию, $Z_{втэ}$.	21	7	14
3	Затраты на заработную плату, $C_{зп.с.д.}$	700	130	570
4	Затраты на страховые взносы, $C_{соц.с.}$	230	42	188
5	Затраты на накладные расходы, N_p .	940	130	810
Итого		2818	516	2302

Исходя из расчетных данных, сравним базовый и предлагаемый технологические процессы.

Расходы на вспомогательные материалы снизились на 78%, это связано со снижением трудозатрат на изготовления сварного каркаса. Затраты на силовую электроэнергию снизились на 64% в связи с уменьшением количества оборудования. Оплата труда снизилась на 82% за счет уменьшения времени на предлагаемый технологический процесс изготовления на единицу детали.

По результатам расчетных данных можно сделать вывод, предлагаемый технологический процесс позволяет нам сэкономить 81%, следовательно, экономия составит:

$$\mathcal{E}_m = \mathcal{E} \times N, \text{ тыс. руб.} \quad (15)$$

$$\mathcal{E}_m = 1500 \times 150 = 225 \text{ тыс. руб.}$$

Денежные средства, остающаяся в распоряжении предприятия составят:

$$\Delta\text{ЧП} = 225 - 225 \times 0,2 = 180 \text{ тыс. руб.}$$

Срок окупаемости предлагаемого технологического процесса составит:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K}{\Delta\text{ЧП}}, \text{ м.} \quad (16)$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{58}{180} = 0,3 \text{ м.}$$

Предлагаемый технологический процесс — это наилучший вариант изготовления сварного каркаса. Срок окупаемости сварочного кондуктора составляет 0,3 месяца.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В41	Кузьминых Юрий Викторович

Школа	ИШНКБ	Отделение школы (НОЦ)	ОЭИ
Уровень образования	Бакалавр	Направление	15.03.01 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования.	Объектом исследования является технология изготовления сварного каркаса для крепления светодиодной ленты.
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.	Рассмотреть специальные правовые нормы трудового законодательства.
2. Производственная безопасность	Анализ потенциально возможных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды. Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов <ul style="list-style-type: none"> – электрический ток; – ультрафиолетовое излучение; – тепловое воздействие и термические ожоги; – сварочные аэрозоли и запылённость воздуха – производственный шум. – недостаточная освещённость рабочей зоны.
3. Экологическая безопасность	Охрана окружающей среды: <ul style="list-style-type: none"> – охрана воздушного бассейна; – охрана почв и утилизация промышленных объектов.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Анализ возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения: <ul style="list-style-type: none"> – Природного характера (землетрясения, оползни и т.д.) – Техногенного характера (обрушение здания, химическое заражение и т.д.) – Пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	15.03.2019
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель отделения общетехнических дисциплин	Гуляев Милей Всеволодович			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В41	Кузьминых Юрий Викторович		

4 Социальная ответственность

Характеристика объекта исследования:

В данном разделе объектом исследования является технология изготовления сварного каркаса для крепления светодиодной ленты.

Общий размер цеха составляет 200 м². Рабочее место на сварочном участке – составляет 30 м². Следует отметить, что площадь одного рабочего места сварщика не должна быть меньше 4,5 м².

На участке изготовления сварного каркаса потенциально возможны следующие опасные и вредные факторы:

- Возможность поражения электрическим током:
- Ультрафиолетовое излучение:
- Тепловое воздействие и термические ожоги:
- Сварочные аэрозоли и запыленность воздуха:
- Повышенный уровень шума:

Рабочие места для дуговой сварки должны защищаться стационарными или переносными светонепроницаемыми ограждениями из огнестойких материалов, высота которых должна быть не менее 2,5 м и обеспечивать надежность защиты.

Ширина проходов по периметру сварочной установки должна быть не менее 1 м.

Полы для производственных помещений для выполнения дуговой сварки должны быть изготовлены из материалов, которые не сгорают и обладают малой теплопроводностью. Пол должен иметь ровную не скользкую поверхность.

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

При подготовке сборочно-сварочных работ, инженеру сварочного производства необходимо руководствоваться следующими документами:

1. ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны

2. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 "Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ)".

3. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

4. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.

5. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

6. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

7. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.

8. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.

ГОСТ 12.2.037-78. Техника пожарная. Требования безопасности

9. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к качеству атмосферного воздуха

10. ГОСТ 30775-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов.

11. СНиП 21-01-97. Противопожарные нормы.

12. ГОСТ 12.4.154. Система стандартов безопасности труда. Устройства экранирующие, для защиты от электрических полей промышленной частоты. Общие технические требования, основные параметры и размеры

4.2 Производственная безопасность

1. Электрический ток:

Поражение электрическим током происходит при соприкосновении человека с токоведущими частями оборудования. Производственный проектируемый участок включает в себя различное оборудование и аппаратуру подключаемое к сети электроснабжения с напряжением 220/380V.

Сварочный цех относится ко второму классу электроопасности помещения, характеризующийся наличием в нем следующего условия, создающего повышенную опасность [13]:

– возможность одновременного прикосновения человека к металлоконструкциям, имеющим соединение с землей, технологическим аппаратам, механизмам и т.п., с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования (открытым проводящим частям), с другой.

Основными непосредственными причинами электротравматизма, являются:

1) Прикосновение к токоведущим частям электроустановки, находящейся под напряжением:

2) Прикосновение к металлическим конструкциям электроустановок, находящимся под напряжением:

3) Ошибочное включение электроустановки или несогласованных действий обслуживающего персонала:

4) Поражение шаговым напряжением и др.

Основные мероприятия по обеспечению электробезопасности:

Корпуса оборудования и аппаратуры, к которым подведен электрический ток, должны быть надежно заземлены, сопротивление защитного контура должно быть не более $R_{м.д} = 4 \text{ Ом}$. [13]

– Обеспечение недоступности электроведущих частей.

– Электрическое разделение сети.

– Устранение опасности поражения при появлении напряжения на корпусах и других частях электрооборудования, нормально не находящихся под напряжением с помощью:

а) защитного заземления, б) зануления, в) защитного отключения.

– Применение малых напряжений

– Контроль и профилактика повреждений изоляции.

– Применение специальных электрозащитных средств.

– Организация безопасной эксплуатации электроустановок.

Защитным занулением в электроустановках напряжение до 1 кВ называется преднамеренное соединение частей электроустановки, нормально не находящихся под напряжением, с глухо земленной нейтралью генератора или трансформатора в сетях фазного тока. Задачей зануления является создание наименьшего сопротивления пути для тока однофазного КЗ, обеспечивающего надежное отключение автоматических выключателей, магнитных пускателей, предохранителей.

Защитное отключение, применяемое в установках до 1 кВ, обеспечивает автоматическое отключение всех фаз участка сети при замыканиях на корпус или снижение уровня изоляции ниже определенного значения.

Вывод:

При соблюдении организационных и технических мер обеспечения электробезопасности, снижается риск поражения электрическим током.

2. Ультрафиолетовое излучение:

УФ- излучение – это электромагнитное излучение в оптической области в диапазоне 200-400 нм. с частотой колебаний от 10^{13} до 10^{16} Гц, примыкающее со стороны коротких волн к видимому свету. Оно относится к неионизирующим излучениям.

УФ - излучение характеризуется двояким действием на организм:

1. Опасностью переоблучения:

2. Необходимостью для нормального функционирования организма.

Воздействие на человека.

Длительное воздействие больших доз УФ-излучения может привести к серьезным поражениям глаз и кожи. Острые поражения глаз обычно проявляются в виде кератитов (воспаления роговицы) и помутнения хрусталика глаза.

Воздействие повышенных доз УФ-излучения на центральную нервную систему сопровождается головной болью, тошнотой, головокружением, повышением температуры тела, утомляемостью, нервным возбуждением и др.

Основными способами защиты от воздействия УФ излучения являются:

Защита расстоянием - это удаление обслуживающего персонала от источников УФ - излучения на безопасную величину;

Экранирование рабочих мест – (укрытие) источников излучений с помощью различных материалов и светофильтров, не пропускающих или снижающих интенсивность излучений (используют противосолнечные экраны, жалюзи, оконные стекла со специальным покрытием, стекла «хамелеоны»);

Рациональное размещение рабочих мест;

Использование индивидуальных средств защиты. Спецодежды, рукавиц, фартука из специальных тканей, щитка со светофильтром, соответствующего определенной интенсивности излучения.

3. Тепловое воздействие и термические ожоги:

Термический ожог - это один из видов травмы, возникающей при воздействии на ткани организма высокой температуры.

По характеру агента, вызвавшего ожог, последний может быть получен от воздействия светового излучения, пламени, кипятка, пара, горячего воздуха, электротока.

Ожоги могут быть самой разнообразной локализации (лицо, кисти рук, туловище, конечности) и занимать различную площадь.

По глубине поражения ожоги подразделяют на 4 степени:

I степень характеризуется повреждением самого поверхностного слоя кожи (эпидермиса), состоящего из эпителиальных клеток. При этом появляется покраснение кожи, небольшая припухлость, сопровождающаяся болезненностью. Через два – три дня эти явления самостоятельно проходят, и после ожога не остается никаких следов, исключая незначительный зуд и шелушение кожи.

II степень отличается образованием пузырей с желтоватой жидкостью на фоне покраснения кожи. Пузыри могут образовываться сразу после ожога или спустя некоторое время. Если пузыри лопаются, то обнажается ярко-красная эрозия. Заживление при этой степени происходит обычно к 10-12 дню без образования рубцов.

III степень ожогов характеризуется большей глубиной поражения с омертвением тканей (некроз) и образованием ожогового струпа. Струп представляет собой сухую корку от светло-коричневого до почти черного цвета; при ошпаривании же струп бывает мягким, влажным, белесовато-серого цвета. Выделяют IIIА степень, при которой сохраняются эпителиальные элементы кожи, являющиеся исходным материалом для самостоятельного заживления раны, и IIIБ степень, при которой все слои кожи полностью погибают, и образовавшаяся ожоговая рана заживает посредством рубцевания.

IV степень ожогов сопровождается обугливанием кожи и поражением глубже лежащих тканей – подкожной жировой клетчатки, мышц и костей. Ожоги I-IIIА степени считаются поверхностными, а ожоги IIIБ-IV степени – глубокими. Точно определить степень ожога (особенно отличить IIIА от IIIБ степени) можно только в медицинском учреждении при использовании специальных диагностических проб.

Для предохранения тела от ожогов основной защитной мерой является пользование специальной одеждой и обувью. Костюм и рукавицы должны быть исправными. Костюм надо надевать с напуском брюк на обувь, чтобы не оставалось незащищенных частей тела.

Наиболее подходящей обувью являются ботинки без шнурков с гладким верхом и застежкой сзади либо с резиновыми растягивающимися боковинками. С гладкой поверхности обуви брызги расплавленного металла скатываются на пол и не задерживаются на ней.

Брюки должны быть гладкими и не иметь внизу отворотов, куда могут попасть капли металла. Наружные карманы куртки должны закрываться клапанами. На голову обязательно следует надевать круглый без козырька берет.

Большое значение для снижения травм от отлетающих брызг расплавленного металла имеет исправность сварочного оборудования, чистота свариваемых изделий и применяемых материалов - электродов, проволоки, защитного газа. Заготовки (детали) должны подаваться на сварку сухими, очищенными от краски, окалины и других загрязнений. Это же касается и сварочной проволоки.

Проволока для сварки алюминиевых сплавов, кроме того, должна пройти соответствующую химическую обработку. Для обезжиривания алюминиевых сплавов применяют щелочные растворы.

При всех видах сварки, наплавки, электродуговой резки, детали сильно нагреваются, поэтому снятие сваренных деталей необходимо производить с осторожностью во избежание ожогов, и с применением индивидуальных средств защиты.

4. Сварочные аэрозоли и запыленность воздуха:

Высокая температура сварочной дуги способствует интенсивному окислению и испарению металла, флюса, защитного газа, легирующих элементов. Окисляясь кислородом воздуха, эти пары образуют мелкодисперсную пыль, а возникающие при сварке и тепловой резке конвективные потоки уносят газы и пыль вверх, приводя к большой запыленности и загазованности производственных помещений.

Мелкодисперсная пыль или же твердая составляющая сварочного аэрозоля (ТССА) состоит из мельчайших частиц перенасыщенных паров металлов и других веществ, входящих в состав сварочных, присадочных, напыляемых материалов и основного металла, которые конденсируются за пределами зоны высокотемпературного нагрева.

Скорость витания частиц ГССА — не более 0,08 м/с, оседает она незначительно, поэтому распределение ее по высоте помещения в большинстве случаев равномерно, что чрезвычайно затрудняет борьбу с ней.

Основными компонентами пыли при сварке и резке сталей являются окислы свариваемого материала. Токсичные включения, входящие в состав сварочного аэрозоля, и вредные газы при их попадании в организм человека через дыхательные пути могут оказывать на него неблагоприятное воздействие и вызывать ряд профзаболеваний. Мелкие частицы пыли от 0,4 до 5 мкм (микрометр 1/1000 часть миллиметра), проникающие глубоко в дыхательные пути, представляют наибольшую опасность для здоровья, пылинки размером до 10 мкм и более задерживаются в бронхах, также вызывая их заболевания.

К наиболее вредным пылевым выделениям относятся окислы марганца.

Марганец забивает каналы нервных клеток. Снижается проводимость нервного импульса, как следствие повышается утомляемость, сонливость, снижается быстрота реакции, работоспособность, появляются головокружение, депрессивные, подавленные состояния.

Марганец почти невозможно вывести из организма; очень тяжело диагностировать отравление марганцем, т.к. симптомы очень общие и присущи многим заболеваниям, чаще же всего человек просто не обращает на них внимания.

Двуокись кремния при длительном вдыхании может вызвать профессиональное заболевание легких.

Силикоз - это болезнь, при которой в легких образуется инородная ткань, которая снижает способность легких перерабатывать кислород, наиболее распространенное и тяжело протекающий вид пневмокониоза. Характеризуется диффузным разрастанием в легких соединительной ткани и образованием характерных узелков. Силикоз вызывает риск заболеваний туберкулезом, бронхитом и эмфиземой легких.

Соединения хрома способны накапливаться в организме, вызывая головные боли, заболевания пищеварительных органов, малокровие.

Оксид титана вызывает заболевания легких.

Кроме того, на организм неблагоприятно воздействуют соединения алюминия, вольфрама, железа, ванадия, цинка, меди, никеля и других элементов.

Биологические свойства электросварочной пыли анализируются в три основных гигиенических показателя вредности пыли: растворимость, задержка при дыхании легочной тканью и фагоцитоз.

Газовая составляющая сварочного аэрозоля (ГССА) представляет собой смесь газов, образующихся при термической диссоциации (распад молекул на несколько более простые частицы) газошлакообразующих компонентов этих материалов (СО, СО₂, HF и др.) или же за счет фотохимического действия ультрафиолетового излучения дугового разряда (плазмы) на молекулы газов воздуха (NO, NO₂, O₃).

Газы ГССА способны адсорбироваться на поверхности твердых частиц, захватываться внутрь их скоплений. При этом локальные концентрации газов, адсорбированных на частицах ТССА, могут существенно превышать их концентрации непосредственно в ГССА

Вредные газообразные вещества, попадая в организм через дыхательные пути и пищеварительный тракт, вызывают иногда тяжелые поражения всего организма.

К наиболее вредным газам, выделяющимся при сварке и резке, относятся окислы азота (особенно азота диоксид).

Азота диоксид воздействует в основном на дыхательные пути и легкие, он раздражает дыхательные пути, в больших концентрациях вызывает отёк лёгких, а также вызывает изменения состава крови, в частности, уменьшает содержание в крови гемоглобина.

Углерод оксид (угарный газ) — бесцветный газ, имеет кисловатый вкус и запах; будучи тяжелее воздуха в 1,5 раза, уходит вниз из зоны дыхания, однако, накапливаясь в помещении, вытесняет кислород и при концентрации свыше 1 % приводит к раздражению дыхательных путей, вызывает сильную головную боль, слабость, головокружение, туман перед глазами, тошноту и рвоту, мышечная слабость потерю сознания.

Озон — газ, токсичный при вдыхании. Он раздражает слизистую оболочку глаз и дыхательных путей. Патологоанатомические исследования показали характерную картину отравления озоном: кровь не свертывается, легкие пронизаны множеством сливных кровоизлияний.

Фтористый водород (гидрофторид) обладает резким запахом, дымит на воздухе (вследствие образования с парами воды мелких капелек раствора) и сильно разъедает стенки дыхательных путей.

Вещество оказывает разъедающее действие на глаза, кожу и дыхательные пути. Вдыхание этого газа может вызвать отек легких. Вещество может оказывать действие на повышенный уровень кальция в крови, вызывая гипокальцемию, приводя к сердечной и почечной недостаточности.

Для улавливания сварочного аэрозоля у места его образования при рассматриваемых способах обработки металла на стационарных постах, а также где это возможно по технологическим условиям на нестационарных постах, следует предусматривать местные отсосы.

При ручной электросварке крупногабаритных изделий следует применять поворотные-подъемные наклонные панели одно - или двухстороннего равномерного всасывания. Низ панелей необходимо располагать над местом сварки не выше 350 мм.

При сварке и мелких и средних изделий, применительно к условиям работы и типу аппаратуры, конструкции местных отсосов могут выполняться в виде вытяжного шкафа, вертикальной или наклонной панели равномерного всасывания, панельного наклонно-щелевого остоса, стола с нижним подрешеточным отсосом и подвижным укрытием и т.п. Скорость движения воздуха, создаваемая местными отсосами у источников выделения вредных веществ представлена в таблице 17.

Таблица 17 – Скорость движения воздуха, создаваемая местными отсосами у источников выделения вредных веществ.

- При ручной дуговой сварке	Не менее 0,5 м/с;
- При сварке в углекислом газе	не более 0,5 м/с;
- При сварке в инертных газах	не более 0,3 м/с;
- При резке титановых сплавов и низколегированных сталей:	
а) газовой	не менее 1,0 м/с
б) плазменной	не менее 1,4 м/с;
- При плазменной резке алюминиево-магниевого сплавов и высоколегированных сталей	не менее 1,8 м/с
- При плазменном напылении	не менее 1,3 м/с
- При заточке торированных вольфрамовых электродов	не менее 1,5 м/с

Количество вредностей, локализуемых местными отсосами (с учетом скорости движения воздуха в помещении и других факторов), для вытяжных шкафов составляет не более 90%, для остальных видов местных отсосов - не более 75%.

Оставшееся количество вредностей (10-25%) должно разбавляться до предельно допустимой концентрации (ПДК) с помощью общеобменной вентиляции.

При расходе сварочных материалов на 1 м³ цеха менее 0,2 г/ч и при наличии в здании цеха аэрационных фонарей и значительной площади открываемого бокового остекления - устройство общеобменной вентиляции необязательно. В эту величину не входит расход хромоникелевых сварочных материалов.

Сварочные участки, сообщающиеся проемами со смежными помещениями, где не производится сварка или резка металлов, должны иметь механическую вытяжную вентиляцию, независимо от наличия фонарей.

При разбросанности участков сварки и резки металлов и наличии между ними зон с меньшими загрязнениями воздуха вентиляцию следует устраивать по участкам, со схемой организации воздухообмена, предотвращающего перетекание вредностей. Расчетные параметры наружного воздуха следует принимать согласно нормам проектирования отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

Раздачу приточного воздуха необходимо осуществлять:

а) рассеянно в рабочую зону помещений, в основном на несварочные участки - при сварке в среде инертных газов, а также там, где вытяжная вентиляция решена посредством устройства местных отсосов. Скорость движения воздуха на рабочих местах должна быть не более 0,3 м/с;

б) сосредоточенно в верхнюю зону помещений - в остальных случаях. Скорость движения воздуха в рабочей зоне должна находиться в пределах от 0,3 до 0,9 м/с при электродуговой сварке и наплавке и не более 0,5 м/с - при других видах сварки.

При газопламенной обработке металлов сжиженными газами и отсутствии местных отсосов $2/3$ воздуха следует удалять из нижней зоны помещений и $1/3$ - из верхней (естественным или механическим путем).

5. Производственный шум:

Основными источниками шума являются станки для резки металла, сварочная дуга и питание.

Уровень шума от сварочной дуги определяется стабильностью ее горения. Допустимая норма уровня шума регламентируется согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96. 2.2.4. Максимальный уровень шума, колеблется во времени и прерывается, не должен превышать 50-55 дБА.

Максимальный уровень для импульсного шума не должен превышать 125 дБА. Максимальный уровень шума на рабочем месте сварщика не должен превышать 75 дБА.

Для снижения шума в производственных помещениях применяют различные методы коллективной защиты: уменьшение уровня шума в источнике его возникновения; рациональное размещение оборудования; борьбу с шумом на путях его распространения, в том числе изменение направленности излучения шума, использование средств звукоизоляции, звукопоглощения и установку глушителей шума, акустическую обработку поверхностей помещения.

На рабочих местах промышленных предприятий защита от шума должна обеспечиваться строительно-акустическими методами:

- применением ограждающих конструкций зданий с требуемой звукоизоляцией;
- применением звукопоглощающих конструкций (звукопоглощающих облицовок, кулис, штучных поглотителей);
- применением акустических экранов;
- применением глушителей шума в системах вентиляции, кондиционирования воздуха и в аэрогазодинамических установках;
- виброизоляцией технологического оборудования.

Применение средств индивидуальной защиты по ГОСТ 12.4.051.

Для защиты от шума также широко применяются различные средства индивидуальной защиты: противошумные наушники, закрывающие ушную раковину снаружи; противошумные вкладыши, перекрывающие наружный слуховой проход или прилегающие к нему; противошумные шлемы и каски; противошумные костюмы (ГОСТ 12.1.029-80. ССБТ «Средства и методы защиты от шума»).

Вывод:

При разработке технологических процессов, а также при организации рабочего места следует принимать все необходимые меры по снижению шума, воздействующего на человека на рабочих местах, до значений, не превышающих допустимые.

Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002. Максимальный уровень звука постоянного шума на рабочих местах не должно превышать 80 дБА.

4.3 Экологическая безопасность

1. Охрана воздушного бассейна:

При проведении сварочных работ происходит загрязнение атмосферного воздуха сварочным аэрозолем, в состав которого в зависимости от вида сварки, марок электродов и флюса входят вредные для здоровья оксиды металлов (железа, марганца, хрома, ванадия, вольфрама, алюминия, титана, цинка, меди, никеля и др.), а также газообразные соединения (фтористые, оксиды углерода и азота, озон и др.).

Количество загрязняющих веществ, выделяющихся при сварке или наплавке под флюсами, характеризуется валовыми выделениями, отнесенными к 1 кг расходуемых сварочных материалов. В процессах резки металла удельные показатели выражены в граммах на погонный метр длины реза и имеют разные значения в зависимости от толщины разрезаемого металла.

Охрана воздушного бассейна предусматривает мероприятия по обезвреживанию вредных для человека и окружающей среды веществ, выбрасываемых с отходящими газами: сооружения очистных установок в виде мокрых сухих пыле уловителей, для химической и электрической очистки газов, а также для улавливания ценных веществ, утилизации отходов. Например из отходящих продуктов сгорания производят сжиженный углекислый газ для производства сварочных работ и других целей.

2. Охрана почв и утилизация промышленных отходов:

Сварочное производство не без оснований относится к довольно вредным производствам, влияющим на здоровье рабочего персонала и на окружающую среду.

Ученые и разработчики сварочных технологий и присадочных материалов в качестве приоритета ставят их экологическую безопасность и минимальное воздействие на рабочее пространство и персонал. Не менее актуальны в сварочном производстве проблемы сокращения и утилизации отходов, повышения объема рециклинга (возвращение отходов в круговорот "производство - потребление") сварных конструкций и изделий после завершения срока их эксплуатации.

Отходами в сварочном производстве газовой сварки являются:

- металлолом черных и цветных металлов и сплавов;
- отработанные абразивные круги;
- мусор от уборки территории;
- сварочный шлак;
- промасленная ветошь, картон, полиэтиленовая упаковка и др.

Сбор отходов производится:

- в специальные контейнеры;
- на специальные площадки для крупногабаритных отходов (металлолом);
- на территориях цехов;
- в иные места (помещения) для временного хранения отходов

В контейнеры исключается попадание атмосферных осадков и запрещается раздувание отходов. На территории предприятия устраивают специальные бетонированные или асфальтированные площадки для размещения контейнеров. Площадка должна быть с водонепроницаемым покрытием. Подъезды к местам, где установлены контейнеры, должны освещаться и иметь дорожные покрытия с учетом разворота машин и выпуска стрелы подъема контейнеровоза или манипулятора.

Для предотвращения засорения территории предприятия отходами устанавливаются урны емкостью не менее 10 л. У каждого входа в производственные цеха должно быть расположено не менее 1 урны.

Места размещения урн на территории предприятия определяются руководством в зависимости от интенсивности использования территории.

Для хранения отходов, обладающих пожароопасными свойствами (отработанные масла, ветошь, масляные фильтры) организуются специальные места хранения (обособленное помещение, выполненное из металлических листов), исключающие возможность самопроизвольного возгорания.

Перемещение отходов на территории промышленного предприятия должно соответствовать санитарно-эпидемиологическим требованиям, предъявляемым к территориям и помещениям промышленных предприятий. При перемещении отходов в закрытых помещениях следует использовать автопогрузчики [14].

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация - это совокупность исключительных обстоятельств, сложившихся в определенной зоне в результате чрезвычайного события техногенного, антропогенного и природного характера.

Производство находится в городе Томске с континентально-циклоническим климатом. Природные явления (землетрясения, наводнения, засухи, ураганы и т. д.), в данном городе отсутствуют. Возможными ЧС на объекте в данном случае, могут быть сильные морозы и диверсия. Для Сибири в зимнее время года характерны морозы. Достижение критически низких температур приведет к авариям систем теплоснабжения и жизнеобеспечения, приостановке работы, обморожениям и даже жертвам среди населения. В случае переморозки труб должны быть предусмотрены запасные обогреватели. Их количества и мощности должно хватать для того, чтобы работа на производстве не прекратилась.

Масляные обогреватели нагреваются до температуры 110-150 градусов, поэтому довольно быстро способны отопить помещение. На время отсутствия сотрудников можно выставить на термостате температуру 10-15 градусов, и не бояться, что они замерзнут, придя на работу.

Главное, учитывать, что суммарная мощность обогревателей была меньше электрической мощности источника их питания. А также желательно наличие дополнительного автоматического выключателя в распределительном щите для защиты от перегрузок.

На данном предприятии возможен следующий вид техногенной чрезвычайной ситуации: пожары, взрывы.

На предприятиях, где риск возникновения пожаров большой, система предупреждения и оповещения включается в общую структуру внутренней службы пожарной безопасности. Участки риска оснащаются не только датчиками, но и средствами ликвидации огня. Как правило, на них находится звуковая сигнализация, противопожарный щит и аварийная насосная станция для самостоятельного ведения борьбы с огнем до прибытия централизованных подразделений.

В производственных условиях в сварочном цехе самыми распространенными источниками воспламенения являются:

а) искры, образующиеся при коротких замыканиях, и нагревания участков электросетей и электрооборудования, возникающие при их перегрузках или при появлении больших переходных сопротивлений.

б) искры, образующиеся при ударах металлических деталей друг о друга или об абразивный инструмент, образование искр при обработке металлов абразивным инструментом и т. п.;

в) искровые разряды статического электричества;

г) искры, образующиеся при электро- и газосварочных работах.

Важнейшими пожарно-профилактическими мероприятиями являются:

Правильный выбор электрооборудования и способов его монтажа с учетом пожароопасности окружающей среды, систематический контроль исправности защитных аппаратов и устройств на электрооборудовании, постоянный надзор за эксплуатацией электроустановок и электросетей силами электротехнического персонала;

- оборудование эффективной вентиляции, исключающей возможность образования в помещении взрывоопасной смеси, и обеспечение нормальной работы вентиляции в окрасочных и сушильных камерах и других аппаратах;

- создание условий, обеспечивающих пожарную безопасность при работе с нагретыми до высокой температуры изделиями и расплавленным металлом, при сварочных и других огневых работах;

- изолирование огнедействующих производственных установок и отопительных приборов от сгораемых конструкций, и материалов, а также соблюдение режима их эксплуатации;

- запрещение хранения, транспортирования и содержания на рабочих местах огнеопасных жидкостей и растворов в открытых емкостях (в ведрах, открытых баках и т. п.);

- своевременное удаление промасленных обтирочных материалов и огнеопасных производственных отходов в специальные отведенные для этого места;

Места производства сварочных работ должны быть обеспечены средствами пожаротушения. В сварочном цехе используем следующие огнетушители:

- Автоматические средства пожаротушения;

- огнетушитель порошковый ОП-3;

- огнетушитель углекислотный ОУ-3;

- ящик с песком;

- асбестовое покрывало;

Сварочный цех, рассматриваемый в данной работе, относится к категории «Г» – умеренная взрывопожароопасность. В нашем участке должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители расположены на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,35 м.

Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, переходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей.

Вывод:

Возникновение пожара возможно предотвратить путем осуществления соответствующих инженерно-технических мероприятий при проектировании и эксплуатации технологического оборудования, энергетических и санитарно-технических установок, а также соблюдением установленных правил и требований пожарной безопасности.

Заключение

В результате выполнения выпускной квалификационной работы, была разработана технология сборки и сварки каркаса для крепления светодиодной ленты с использованием дуговой сварки неплавящимся электродом в среде защитных газов. Подобраны сварочные материалы, оборудование, режимы сварки. Разработано сварочное приспособление, и технология сборки и сварки конструкции.

Была проведена экономическая оценка сравниваемых технологий изготовления, по результатам которой можно сказать, что разработанный кондуктор значительно экономит трудозатраты производства. Удалось сократить время изготовления одной детали с 240 минут, до 45 минут. Что в процентном соотношении составляет 80%. А также повысить качество изготовления каркаса, благодаря жёсткой фиксации заготовок, относительно друг друга.

По результатам полученных показателей экономической оценки и ряду достоинств можно сделать вывод, что внедрение разработанной технологии даст существенный экономический эффект. Срок окупаемости сварочного кондуктора составляет 0,3 месяца, или 39 изготовленных и проданных единиц продукции. При выпуске одного изделия фактическая экономия составляет 1500руб. Цена кондуктора 58 тыс. руб.

Разработаны мероприятия по безопасности жизнедеятельности, охране труда и совершенствованию организации труда.

Список использованной литературы

1. ГОСТ 4784-97 Алюминий и сплавы алюминиевые деформируемые. Марки (с Изменениями N 1, 2, 3, с Поправками)
2. Никифоров Г.Д. Металлургия сварки плавлением алюминиевых сплавов. – М.: Машиностроение, 1972. – 260 с.
3. Рубинчик Ю.Л. Механизированная сварка корпусных конструкций из алюминиевых сплавов. – Л.: Судостроение, 1974. – 135 с.
4. Щипков М.Д. Сварка сплавов на основе алюминия и тугоплавких высокоактивных металлов / Ленингр. политехн. ин-т им. И.М. Калинина. – Л., 1983. – 77 с.
5. Чулошников П.Л. / Контактная сварка / Машиностроение, 1977. – 230 с.
6. Фролов В.В. / Дуговая сварка алюминия / Технология – Л. 2003. – 77 с.
7. Каталог Сварочные материалы ЭСАБ, 2018. – 248с.
8. А.А. Хайдарова. Сборочно-сварочные приспособления. Этапы конструирования: учебное пособие/ Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 132 с.
9. Марочник сталей и сплавов/под ред. Зубченко А.С.-М.; Машиностроение, 2011, 672 с.
10. Сварка в машиностроении: Справочник. В 4-х т./Ред. С 24 кол.: Г.А.Николаева (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1978 - - Т.2/ Под ред. А.И Акулова. 1978. 462с., ил.
11. Юрьев В.П. Справочное пособие по нормированию материалов и электроэнергии для сварочной техники. – М.; Машиностроение, 1972. – 52 с.
12. Видяев И.Г., Серикова Г.Н., Гаврикова Н.А., Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: Методические указания Издательство Томского политехнического университета 2014 36с.

13. Прокофьев Ю.С. Организация планирование и управлением предприятием: Методические указания к выполнению курсовой работы. – Томск: изд. ТПУ, 1987. – 38с

14. Правила устройства электроустановок. Раздел 2. Передача электроэнергии. Главы 2.4, 2.5. 7-е изд. – СПб.: изд-во ДЕАН, 2004. – 176 с.

15. Специальная оценка условий труда. 2018.