

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль  
«Оборудование и технология сварочного производства»

**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**

Тема работы

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА  
СБОРКИ-СВАРКИ МОТОШАРА**

УДК 629.326-436.1:621.757:621.791

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А62	Халиулин Р.А.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Крюков А.В.	К.Т.Н.		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Крюков А.В.	К.Т.Н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Лизунков В.Г.	К.П.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Солодский С.А.	К.Т.Н.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП «Машиностроение»	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	К.Т.Н.		

Юрга – 2020 г.

*Планируемые результаты обучения по ООП*

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P1	Демонстрировать базовые естественнонаучные, математические знания, знания в области экономических и гуманитарных наук, а также понимание научных принципов, лежащих в основе профессиональной деятельности
P2	Применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире.
P3	Применять базовые и специальные знания в области современных информационных технологий для решения задач хранения и переработки информации, коммуникативных задач и задач автоматизации инженерной деятельности
P4	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, знания в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на предприятиях машиностроения и смежных отраслей.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на производственных предприятиях и в отраслевых научных организациях.
P7	Использовать законы естественнонаучных дисциплин и математический аппарат в теоретических и экспериментальных исследованиях объектов, процессов и явлений в машиностроении, при производстве иных металлоконструкций и узлов, в том числе с целью их моделирования с использованием математических пакетов прикладных программ и средств автоматизации инженерной деятельности
P8	Обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения, металлоконструкций и узлов для нефтегазодобывающей отрасли, горного машиностроения и топливно-энергетического комплекса, а также опасных технических объектов и устройств, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий, их узлов и деталей.
P9	Осваивать внедряемые технологии и оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования, обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.
P10	Проводить эксперименты и испытания по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий, в том числе с использованием способов неразрушающего контроля

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P11	Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения, иных металлоконструкций и узлов.
P12	Проектировать изделия машиностроения, опасные технические устройства и объекты и технологические процессы их изготовления, а также средства технологического оснащения, оформлять проектную и технологическую документацию в соответствии с требованиями нормативных документов, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и с учетом требований ресурсоэффективности, производительности и безопасности.
P13	Составлять техническую документацию, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
P14	Непрерывно самостоятельно повышать собственную квалификацию, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований.

Студент гр. 10А62

Р.А. Халиулин

Руководитель ВКР

А.В. Крюков

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль «Оборудование и технология сварочного производства»

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП «Машиностроение»

Д.П. Ильященко

(подпись)

(дата)

(И.О.Ф.)

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Дипломный проект

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

Студенту:

Группа	ФИО
10А62	Халиулин Р.А.

Тема работы:

Разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки мотопара

Утверждена приказом проректора-директора  
(директора) (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

**Исходные данные к работе**

*(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.).*

Материалы преддипломной практики

**Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов**

*(аналитический обзор по литературным источникам с целью выявления 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).*

1. Обзор и анализ литературы.
2. Объект и методы исследования.
3. Разработка технологического процесса
4. Конструкторский раздел.
5. Проектирование участка сборки-сварки
6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.
7. Социальная ответственность.

<p><b>Перечень графического материала</b> (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<p>1. ФЮРА10А62.004.00.00.000 СБ Мотошар 1 лист (А1).  2. ФЮРА10А62.004.01.00.000 СБ Лепесток 2 листа (А1).  3. ФЮРА10А62.004.02.00.000 СБ приспособление 1 лист (А1).  4. ФЮРА10А62.004.03.00.000 ЛП план участка 1 лист (А1).  5. ФЮРА10А62.004.04.00.000 ЛП схема сборки - сварки 1 лист (А1).  6. ФЮРА10А62.004.05.00.000 ЛП вентиляция общеобменная 1 лист (А1).  7. ФЮРА10А62.004.06.00.000 ЛП экономическая часть 1 лист (А1).</p>
--	---

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Технологическая и конструкторская часть	Крюков А.В.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лизунков В.Г.
Социальная ответственность	Солодский С.А.

**Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:**


**Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику**

--	--

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Крюков А.В.	К.Т.Н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А62	Халиулин Р.А.		

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль  
«Оборудование и технология сварочного производства»

Период выполнения (осенний / весенний семестр 2019 – 2020 учебного года)

Форма представления работы:

Дипломный проект

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

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН  
на выполнение выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом готовой работы	
-------------------------------------	--

Дата контроля	Название раздела (модуля)/ Вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
	Обзор и анализ литературы	20
	Объекты и методы исследования	20
	Расчеты и аналитика	20
	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
	Социальная ответственность	20

**Составил преподаватель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель ООП «Машиностроение»	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	к.т.н.		

Юрга – 2020г.

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

Студенту:

Группа	ФИО
10А62	Халиулин Р.А.

Институт	Юргинский технологический институт	Отделение	
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

<b>Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:</b>	
<i>Годовая программа, шт</i>	<i>1</i>
<i>Норма расхода материала, кг</i>	<i>1352</i>
<i>Количество единиц оборудования, шт</i>	<i>1</i>
<i>Трудоёмкость изготовления, час</i>	<i>29,94</i>
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
<i>1. Определение капитальных вложений в оборудование и приспособление</i>	
<i>2. Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлением</i>	
<i>3. Определение затрат на основные материалы</i>	
<i>4. Определение затрат на вспомогательные материалы</i>	
<i>5. Определение затрат на заработную плату</i>	
<i>6. Определение затрат на амортизацию и ремонт оборудования</i>	
<b>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):</b>	
<i>1. Основные показатели эффективности ИП (технико-экономические показатели проекта)</i>	

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Лизунков В.Г.	к.п.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А62	Халиулин Р.А.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
10А62	Халиулин Р.А.

Институт	Юргинский технологический институт	Отделение	
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

**Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:**

<p>1. Описание технологического процесса, проектирование оснастки и участка сборки-сварки бесстыкового пути на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- вредных проявлений факторов производственной среды (метеопусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)</li> <li>- опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)</li> <li>- негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу)</li> </ul> <p>чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- вредных проявлений факторов производственной среды (метеопусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения);</li> <li>- опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы);</li> <li>- негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу);</li> <li>- чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера).</li> </ul>
<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</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"> <li>- физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <li>- действие фактора на организм человека;</li> <li>- приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>- предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</li> </ul>	<p>Действие выявленных вредных факторов на организм человека. Допустимые нормы (согласно нормативно-технической документации). Разработка коллективных и рекомендации по использованию индивидуальных средств защиты.</p>
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- механические опасности (источники,</li> </ul>	<p>Источники и средства защиты от существующих на рабочем месте опасных факторов (электробезопасность, термические опасности и т.д.). Пожаровзрывобезопасность (причины,</p>

<p>средства защиты;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</li> <li>– пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</li> </ul>	профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).
<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– защита селитебной зоны</li> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>– разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>	Вредные выбросы в атмосферу.
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень возможных ЧС на объекте;</li> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</li> </ul>	Перечень наиболее возможных ЧС на объекте.
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны</li> </ul>	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
<b>Перечень графического материала</b>	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	Система вентиляции участка

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Солодский С.А.	к.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А62	Халиулин Р.А.		

## Реферат

Данная выпускная квалификационная работа содержит пояснительную записку на 87 листах, в которых 19 таблиц, 29 источников литературы и 4 приложения.

Ключевые слова: мотошар, лепесток, режимы сварки, сварочное оборудование, механизированная сварка, приспособление сборочно-сварочное, себестоимость.

Объектом исследования является процесс изготовления мотошара.

Цель работы – разработка технологии и проектирование участка сборки и сварки мотошара.

Основными разделами данной работы является: введение, обзор и анализ литературы, объект и методы исследования, разработка технологического процесса, конструкторский раздел, проектирование участка сборки – сварки, раздел финансовый менеджмент, социальная ответственность.

## Abstract

This final qualification work contains an explanatory note on 87 sheets, in which 19 tables, 29 sources of literature and 4 appendices.

Keywords: motoshar, petal, welding modes, welding equipment, mechanized welding, assembly-welding fixture, cost price.

The object of research is the manufacturing process of a motor ball.

The purpose of the work is the development of technology and the design of the assembly and welding section of a motor ball.

The main sections of this work are: introduction, review and analysis of the literature, object and methods of research, development of the technological process, design section, design of the assembly - welding section, financial management section, social responsibility.

## Содержание

	Введение	16
1	Обзор и анализ литературы	17
2	Объект и методы исследования	21
	2.1 Описание сварной конструкции	21
	2.2 Требования НД, предъявляемые к конструкции	21
	2.2.1 Требования к сварным соединениям	21
	2.2.2 Требования к контролю	24
	2.3 Методы исследования	25
	2.4 Постановка задачи	25
3	Разработка технологического процесса	27
	3.1 Анализ исходных данных	27
	3.1.1 Основные материалы	27
	3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки	28
	3.1.3 Выбор сварочных материалов	30
	3.2 Расчет технологических режимов	31
	3.3 Выбор основного оборудования	34
	3.4 Выбор оснастки	37
	3.5 Составление схемы общей сборки. Определение рациональной степени разбиения конструкции на сборочные единицы	38
	3.6 Выбор методов контроля. Регламент проведения. Оборудование	39
	3.6.1 Оборудование применяемое при визуальном и измерительном контроле	40
	3.6.2 Требования к выполнению визуального и измерительного контроля	41
	3.6.3 Порядок выполнения визуального и измерительного контроля сварных соединений	42
	3.7 Разработка технологической документации	44
	3.8 Техническое нормирование операций	44
	3.9 Материальное нормирование	48

4	Конструкторский раздел	50
	4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений	50
	4.2 Расчет элементов сборочно – сварочных приспособлений	50
	4.3 Порядок работы приспособлений	52
5	Проектирование участка сборки - сварки	53
	5.1 Состав сборочно – сварочного цеха	53
	5.2 Расчет основных элементов производства	53
	5.3 Пространственное расположение производственного процесса	55
6	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	57
	6.1 Сравнительный экономический анализ вариантов	57
	6.1.1 Расчет необходимого количества производственного оборудования	57
	6.1.2 Расчет численности производственных рабочих	59
	6.1.3 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления	60
	6.1.4 Определение удельных капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями	61
	6.1.5 Определение затрат на основной материал	62
	6.1.6 Определение затрат на вспомогательные материалы	62
	6.1.7 Определение затрат на заработную плату	63
	6.1.8 Определение затрат на силовую электроэнергию	64
	6.1.10 Определение затрат на амортизацию оборудования	64
	6.1.11 Определение затрат на амортизацию приспособления	65
	6.1.12 Определение затрат на ремонт оборудования	65
	6.1.13 Определение затрат на содержание здания	66
	6.2 Расчет технико-экономической эффективности	66
	6.3 Основные технико-экономические показатели участка	67
7	Социальная ответственность	69
	7.1 Описание рабочего места	69

7.2 Законодательные и нормативные документы	70
7.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	71
7.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды	77
7.5 Обеспечение требуемого освещения на рабочем месте	78
7.6 Охрана окружающей среды	79
7.7 Чрезвычайные ситуации	80
7.8 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	81
7.9 Выводы	82
Заключение	84
Список использованных источников	85
Приложение А (Спецификация мотошар)	
Приложение Б (Спецификация лепесток)	
Приложение В (Спецификация сборочно-сварочное приспособление)	
Приложение Г (Технологический процесс)	
Диск CD-R	В конверте на обложке
Графическая часть	На отдельных листах
ФЮРА10А62.004.01.00.000 СБ Мотошар. Сборочный чертеж	Формат А1
ФЮРА10А62.004.01.00.000 СБ Лепесток. Сборочный чертеж	Формат 2-А1
ФЮРА10А62.004.02.00.000 СБ Приспособление сборочно- Сварочное	Формат А1
ФЮРА10А62.004.03.00.000 ЛП План участка	Формат А1
ФЮРА10А62.004.04.00.000 ЛП Схема сборки-сварки	Формат А1
ФЮРА10А62.004.05.00.000 ЛП Карта организации труда	Формат А1

ФЮРА10А62.004.06.00.000 ЛП экономическая часть

Формат А1

ФЮРА10А62.004.07.00.000 ЛП Система вентиляции участка

Формат А1

## Введение

Полуавтоматическая сварка — механизированная дуговая сварка металлическим плавящимся электродом (проволокой) в среде защитных газов. Способ также известен как MIG/MAG сварка. В зависимости от типа используемого защитного газа различают сварку в инертных газах (MIG) и активных (MAG). В качестве активных газов преимущественно используют сварку в среде углекислого газа. В отличие от ручной дуговой сварки покрытыми электродами при механизированной сварке подача электрода в зону сварки выполняется с помощью механизмов, а сварщик перемещает горелку вдоль оси шва и выполняет колебательные движения электродом по необходимости.

Механизированная сварка, как и другие виды дуговой сварки, осуществляет за счет большей тепловой энергии сварочной дуги сконцентрированной в месте ее горения. Температура дуги больше температуры плавления металлов, поэтому под ее воздействием кромки сварного изделия плавятся, образуя сварочную ванну из жидкого металла. Дуги при этом горит между основным металлом и сварочной проволокой, которая выполняет функции подвода дуги к зоне сварки и является присадочным металлом для заполнения зазора между кромками.

Сварочная проволока с кассеты непрерывно подается в зону сварки при помощи подающего механизма, который проталкивает ее по каналу в рукаве к соплу сварочной горелки.

Сварочная дуга, расплавленный металл, конец сварочной проволоки, околошовная зона находятся под защитой газа, выходящего с горелки. Для получения более качественного шва, иногда выполняют подачу защитного газа дополнительно с обратной стороны шва. В отличие от ручной сварки, отсутствие покрытых электродов позволяет механизировать процесс или полностью автоматизировать [1].

## 1 Обзор и анализ литературы

При изготовлении сварной конструкции применяются конструкционные материалы с высокими механическими свойствами. При выполнении курсовой работы были рассмотрены такие материалы, как титан, алюминий и сталь 09Г2С.

Титан обладает высокой прочностью, хорошей коррозионной стойкостью и при этом имеет сравнительно небольшую массу, что делает его применение незаменимым в областях, где важны хорошие механические свойства изделий одновременно с их массой.

По использованию в качестве конструкционного материала Ti находится на 4-ом месте, уступая лишь Al, Fe и Mg. Аллюминиды титана являются очень стойкими к окислению и жаропрочными, что в свою очередь определило их использование в авиации и автомобилестроении в качестве конструкционных материалов. Биологическая безвредность данного металла делает его превосходным материалом для пищевой промышленности и восстановительной хирургии [2].

Алюминий широко применяется как конструкционный материал. Основные достоинства алюминия в этом качестве — легкость, податливость штамповке, коррозионная стойкость (на воздухе алюминий мгновенно покрывается прочной пленкой  $Al_2O_3$ , которая препятствует его дальнейшему окислению), высокая теплопроводность, неядовитость его соединений. В частности, эти свойства сделали алюминий чрезвычайно популярным при производстве кухонной посуды, алюминиевой фольги в пищевой промышленности и для упаковки.

Основной недостаток алюминия как конструкционного материала малая прочность, поэтому его обычно сплавляют с небольшим количеством меди и магния (сплав называется дюралюминий) [3].

Конструкционная сталь 09Г2С обладает высокой способностью сохранять свои характеристики при работе под давлением в широком

температурном интервале, долговечна, устойчива к нагрузкам с переменным вектором силы, а также подвергается термической обработке, которая оказывает значительное влияние на показатели механических показателей.

Сварка стали 09Г2С не требовательна к типу электродов и может проходить с использованием таких способов сварки, как ручная дуговая, электрошлаковая, автоматическая дуговая сварка под флюсом и с газовой защитой. Сплав марки 09Г2С не имеет ограничений по свариваемости материала, а детали из листового проката с сечением до 40 мм могут подвергаться сварке без предварительной разделки кромок. Детали, подготовленные к сварке, не нуждаются в дополнительной химической или термической обработке [4].

В последние годы благодаря бурному развитию сверхзвуковой авиации, ракетной техники, турбостроения, а также небывалому росту производства автомобилей, бытовой и другой техники для населения в машиностроении, приборостроении и строительной индустрии широко применяются новые конструкционные материалы.

1) Монокристаллы тугоплавких и редких металлов и сплавов представляют собой идеальные кристаллы, лишенные дефектов структуры. Выращивание монокристаллов может осуществляться из расплава, паров металла или из твердой фазы путем рекристаллизации. На первых порах размеры выращиваемых монокристаллов были невелики, и они получили название «усы». В современных производствах налажено выращивание монокристаллов, достигающих в поперечном сечении 50 мм и более.

Монокристаллы обладают чрезвычайно высокой пластичностью, стойкостью при термомеханических воздействиях и рядом других уникальных свойств. Высокие пластические свойства монокристаллов открыли дорогу для их широкого применения в производстве так называемых композитных материалов.

2) Металлические композитные материалы получают на основе металлической матрицы, армированной металлическими или керамическими

усами. Армированный композит имеет существенно более высокие прочностные свойства. Наилучший результат получается при армировании композитов керамическими усами диаметром 1...3 мкм. Получаемые материалы имеют предел прочности, сопоставимый с высококачественной сталью, а их модуль Юнга в 5... 10 раз выше, чем у стали.

3) Полимеры представляют собой высокомолекулярные соединения, образованные из большого числа молекул мономеров. Полимеры обладают рядом специфических свойств, которые большей частью обусловлены их строением.

4) Порошковые материалы. Порошковая металлургия представляет собой особый вид технологии изготовления деталей путем формования и спекания тонких порошков. Она значительно упрощает или вовсе исключает последующую механическую обработку деталей. Известны следующие разновидности материалов порошковой металлургии: конструкционные, жаропрочные, инструментальные, пористые и высокопористые. Область применения порошковых материалов весьма обширна: детали летательных аппаратов, тормозные узлы тракторов и других машин, фильтры с восстанавливающейся фильтрующей способностью, поршневые кольца и многие другие детали. Предел прочности порошковых материалов на основе железоуглеродистых порошков колеблется в пределах от 510 до 1280 МПа, на основе медных сплавов — от 140 до 300 МПа, на основе алюминия — от 70 до 100 МПа.

5) Керамико-металлические материалы используются для изготовления деталей, работающих при высоких температурах, а также в инструментальном производстве. Керамической основой в них служат окислы, карбиды, бориды и др. В машинах и аппаратах пищевых производств из таких материалов часто используются ВК — материал на основе вольфрама и кобальта, а также ТК — на основе вольфрама и титана. Их предел прочности составляет от 900 до 1150 Мпа [5].

Применение новых конструкционных материалов при изготовлении мотошара нецелесообразно, так как стоимость таких материалов высокая, и экономически обоснованно применять такие материалы в более ответственных конструкциях.

Анализируя выше указанные материалы, в качестве основного была выбрана сталь 09Г2С. Сталь 09Г2С обладает высокими механическими свойствами, хорошей свариваемостью, и по сравнению с титаном и алюминием более низкой себестоимостью.

## 2 Объект и методы исследования

### 2.1 Описание сварной конструкции

Объектом исследования является разработка технологии и проектирование участка сборки – сварки Мотошара.

Изготавливаемое изделие используется в качестве аттракциона в цирковых шоу. Суть аттракциона состоит в том, что в мотошар помещаются каскадеры на мотоциклах, которые в дальнейшем выполняют различные скоростные трюки.

Диаметр мотошара 4 м., высота мотошара без купола и самоходной тележки не более 3,5 м., масса конструкции 2 т. Эти характеристики были прописаны заказчиком в договоре. Для экономической выгоды в качестве основного материала при изготовлении используется конструкционная сталь 09Г2С.

К конструкции предъявляются такие требования как высокая износостойкость, жесткость, прочность, так как в момент начального ускорения мотоцикла возможно разрушения металла, вследствие сил трения между колесом мотоцикла и сварной конструкцией.

«Мотошар» представляет собой сферическую сварную конструкцию, состоящую из уголков и полос.

### 2.2 Требования НД, предъявляемые к конструкции

#### 2.2.1 Требования к сварным соединениям

Согласно ГОСТ 33807-2016 «Безопасность аттракционов. Общие требования» к сварным соединениям предъявляются следующие требования:

1) Швы сварных соединений критичных компонентов выполняют и проверяют в соответствии с ГОСТ 23118 – 2012 «Конструкции стальные строительные. Общие технические условия».

2)Руководство сварочными работами должно осуществлять лицо, имеющее документ о специальном образовании или подготовке в области сварки. Сварочные работы должны проводить сварщики, имеющие удостоверение на право выполнения сварки.

3)К сварке конструкций, испытывающих циклические нагрузки, допускаются только сварщики, предварительно выполнившие сварку пробных образцов, которые удовлетворительно прошли контрольные испытания.

4)Все несущие сварные соединения, в первую очередь соединения, воспринимающие переменные нагрузки, должны соответствовать категории качества "высокое" по ГОСТ 23118 – 2012 «Конструкции стальные строительные. Общие технические условия».

5)Ответственные сварные швы и категория их качества для критичных компонентов должны быть указаны в эксплуатационных документах для контроля их состояния. Около таких сварных соединений должно быть поставлено клеймо сварщика [6].

Согласно ГОСТ 23118-2012 «Конструкции стальные строительные. Общие технические условия» к сварным соединениям предъявляются следующие требования:

1)Сварка стальных конструкций должна выполняться по разработанному технологическому процессу, оформленному в виде типовых или специальных технологических инструкций или по проекту производства сварочных работ (ППСР).

2) Механические свойства металла сварных соединений, определенные на основе результатов испытаний по ГОСТ 6996, должны соответствовать следующим требованиям:

а)временное сопротивление разрыву металла сварного соединения должно быть не ниже требований, предъявляемых к основному металлу;

б)твердость металла сварного соединения (металла шва, зоны термического влияния) при сварке конструкций в заводских условиях должна быть не выше 350 НВ в конструкциях 1-й группы по классификации СНиП II-

23 и не выше 400 HV для конструкций остальных групп; при сварке конструкций в монтажных условиях твердость металла сварного соединения должна быть не выше 350 HV;

в) ударная вязкость на образцах типа VI при среднесуточной температуре наружного воздуха в наиболее холодную пятидневку, указанной в проекте, должна быть не ниже 29 Дж/см<sup>2</sup>, за исключением соединений, выполняемых электрошлаковой сваркой;

г) относительное удлинение должно быть не ниже 16%.

3) Отклонение размеров швов сварных соединений от проектных не должно превышать значений, указанных в ГОСТ 14771 - 76. Размеры углового шва должны обеспечивать его рабочее сечение, определяемое величиной проектного значения катета с учетом предельно допустимой величины зазора между свариваемыми элементами; при этом для расчетных угловых швов превышение указанного зазора должно быть компенсировано увеличением катета шва.

4) Швы сварных соединений и конструкции по окончании сварки должны быть очищены от шлака, брызг и натеков металла. Приваренные сборочные приспособления и выводные планки надлежит удалять без применения ударных воздействий и повреждения основного металла, а места их приварки зачищать до основного металла с удалением всех дефектов.

5) Около шва сварного соединения должен быть поставлен номер или знак сварщика, выполнившего этот шов. Номер или знак проставляется на расстоянии не менее 4 см от границы шва, если нет других указаний в проектной или технологической документации. При сварке сборочной единицы одним сварщиком допускается производить маркировку в целом; при этом знак сварщика ставится рядом с маркировкой отправочной марки. При сварке в монтажных условиях допускается маркировку швов производить на исполнительных схемах.

6) В зависимости от конструктивного оформления, условий эксплуатации и степени ответственности швы сварных соединений разделяются

на I, II, III категории, которые определяют высокий, средний и низкий уровень качества.

7) В проектной документации должны быть указаны:

а) сварные соединения, для которых требуются контроль с использованием ультразвуковых, радиографических методов, а также механические испытания;

б) методы и объемы контроля;

в) требуемый уровень качества сварных соединений [7].

### 2.2.2 Требования к контролю

Согласно ГОСТ 23118-2012 «Конструкции стальные строительные. Общие технические условия» при визуальном контроле сварные швы должны соответствовать следующим требованиям:

а) иметь гладкую или равномерно чешуйчатую поверхность без резких переходов к основному металлу (требование плавного перехода к основному металлу должно быть специально обосновано и обеспечено дополнительными технологическими приемами);

б) швы должны быть плотными по всей длине и не иметь видимых прожогов, сужений, перерывов, наплывов, а также недопустимых по размерам подрезов, непроваров в корне шва, несплавлений по кромкам, шлаковых включений и пор;

в) металл шва и околошовной зоны не должен иметь трещин любой длины и любой ориентации;

г) кратеры швов в местах остановки сварки должны быть переварены, а в местах окончания – заварены [7].

## 2.3 Методы исследования

При выполнении выпускной квалификационной работы были выполнены такие методы, как:

- а) Обзор литературы;
- б) Разработка технологического процесса;
- в) Расчет технологических режимов;
- г) Конструирование сборочно – сварочных приспособлений;
- д) Проектирование участка сборки – сварки.

## 2.4 Постановка задачи

Целью выполнения ВКР является:

Разработка технологии и проектирования участка сборки - сварки мотошара.

Для достижения поставленной цели решается ряд задач:

- а) выбор эффективного метода сварки и сварочных материалов;
- б) расчёт режимов сварки и выбор необходимого сварочного оборудования;
- в) техническое нормирование операций, определение потребного состава всех необходимых элементов производства;
- г) расчёт и конструирование оснастки, планировка участка сборки и сварки;
- д) экономический расчёт предложенного варианта изготовления и обоснование мер социальной ответственности разработанного производства.

Все вышеперечисленные разработки должны обеспечить качество, технологичность и экономичность процесса изготовления изделия при оптимальном уровне механизации и автоматизации производства.

### 3 Разработка технологического процесса

#### 3.1 Анализ исходных данных

##### 3.1.1 Основные материалы

Изготавливаемое изделие – мотошар. Мотошар состоит из 16 сборочных единиц, так называемых лепестков. Основу сборочной единицы составляют 4 уголка и полосы.

Основным материалом выбрана сталь 09Г2С, химический состав и механические свойства которой представлены в таблице 3.1 и таблице 3.2 соответственно.

Чаще всего прокат из данной марки стали используется для разнообразных строительных конструкций благодаря высокой механической прочности, что позволяет использовать более тонкие элементы чем при использовании других сталей. Устойчивость свойств в широком температурном диапазоне позволяет применять детали из этой марки в диапазоне температур от -70 до +450 С. Также легкая свариваемость позволяет изготавливать из листового проката этой марки сложные конструкции для химической, нефтяной, строительной, судостроительной и других отраслей [8].

Таблица 3.1 – Химический состав стали 09Г2С, % [9]

Химический элемент	C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu	As
Содержание	до 0,12	0,5-0,8	1,3-1,7	до 0,3	до 0,04	до 0,035	до 0,3	до 0,008	до 0,3	до 0,08

Таблица 3.2 – Механические свойства стали 09Г2С при T=20<sup>0</sup>С [9]

ГОСТ	Состояние поставки	$\sigma_{0,2}$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta_5$ , %
19281-89	Сортовой и фасонный прокат	345	490	21

Основным критерием при выборе материала является свариваемость. При определении понятия свариваемости металлов необходимо исходить из физической сущности процессов сварки и отношения к ним металлов.

По ГОСТ 26001-84 свариваемостью называется свойство или сочетание свойств металлов образовывать при установленной технологии сварки неразъемное соединение, отвечающее требованиям, обусловленным конструкцией и эксплуатацией изделия.

Стали по свариваемости делят на четыре группы: хорошо сваривающиеся стали, удовлетворительно сваривающиеся, ограниченно сваривающиеся и плохо сваривающиеся стали.

Для определения стойкости металла против образования трещин определяют фактор склонности по формуле, согласно ГОСТ 19281-89

$$HCS = \frac{C \cdot (S + P + 0,04 \cdot Si + 0,01 \cdot Ni) \cdot 10^3}{3 \cdot Mn + Cr + Mo + V} \quad (3.1)$$

где – символ каждого элемента обозначает максимальное содержание его в металле (по техническим условиям или стандарту) в процентах.

$$HCS = \frac{0,12 \cdot (0,04 + 0,035 + 0,04 \cdot 0,5 + 0,01 \cdot 0,3) \cdot 10^3}{3 \cdot 1,3 + 0,3 + 0 + 0} = 2,8$$

Делая вывод что, сталь 09Г2С не склонна к образованию трещин и обладает хорошей свариваемостью, так как  $HCS \leq 4$ .

### 3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки

Способ сварки при разработке технологии изготовления следует выбирать таким образом, чтобы он удовлетворял всем требованиям, установленным исходными данными.

Выбор и обоснование методов сварки зависит от следующих факторов:

- 1) от вида сортамента металла и заготовок;
- 2) от химического состава металла, его теплофизических свойств, определяющих его технологическую свариваемость;

- 3) от толщины металла;
- 4) от назначения изделия, в зависимости от воспринимаемых нагрузок и условий эксплуатации;
- 5) от конструкции изделия, с учётом её сложности, массы, габаритов, типов нанесения швов в пространстве, характера работы швов;
- 6) от программы выпуска и типа производства;
- 7) от экономической эффективности способа сварки [10].

Сварка стали 09Г2С не требовательна к типу электродов и может проходить с использованием таких способов сварки, как ручная дуговая, электрошлаковая, автоматическая дуговая сварка под флюсом и с газовой защитой. Сплав марки 09Г2С не имеет ограничений по свариваемости материала, а детали из листового проката с сечением до 40 мм могут подвергаться сварке без предварительной разделки кромок. Детали, подготовленные к сварке, не нуждаются в дополнительной химической или термической обработке. Миграция легирующих элементов по всему сечению сварного шва обеспечивает его высокие прочностные характеристики и одновременно хорошие технические показатели ударной вязкости [4].

При выборе способа сварки рассматривались такие способы, как автоматическая дуговая сварка под флюсом и с газовой защитой, механизированная сварка в защитных газах, ручная дуговая сварка покрытыми электродами.

Применение автоматической сварки под флюсом нетехнологично, так как конструкция имеет короткие сварные швы, и применение этого способа при изготовлении мотопшара будет экономически невыгодно.

В данной работе выбирается механизированная сварка в среде защитных газов, так как этот способ по сравнению с ручной дуговой сваркой более высокопроизводителен, небольшой объем шлаков, имеет меньше требований к квалификации сварщика.

### 3.1.3 Выбор сварочных материалов

При сварке в защитных газах электродная проволока является единственным материалом, через который можно в достаточно широких пределах изменять состав и свойства металла шва. Состав металла шва выбирают близким к составу основного металла, при этом необходимые свойства металла получают за счёт сварочной проволоки. Сварку ведут проволокой с повышенным содержанием элементов – раскислителей. Выбираем проволоку Св-08Г2С-О ГОСТ2246-70.

Проволока по ГОСТ 2246-70 выпускается диаметром от 0,3 до 12 мм. Она поставляется в мотках, упакованных в парафинированную бумагу или полиэтилен.

К каждому мотку прикреплена бирка с названием завода-изготовителя, марка, диаметр, ГОСТ. На рабочее место проволока подаётся в кассетах, намотанных на специальных станках [11].

Химический состав проволоки и механические свойства металла шва приведены в таблице 3.3 и 3.4 .

Таблица 3.3 - Химический состав проволоки [11]

Марка проволоки	Массовая доля элементов, %							
	C	Mn	Si	Cr	Ni	Al	S	P
Св-08Г2С-О	0,05-0,11	0,7-0,95	1,8-2,1	0,2	0,25	0,05	Не более	
							0,025	0,03

Таблица 3.4 - Механические свойства металла шва [12]

Марка проволоки	$\sigma_b$ , МПа	$\sigma_{0,2}$ МПа	$\delta$ , %	ударная вязкость при $T=40^{\circ}C$ , Дж/см <sup>2</sup>
				97
Св-08Г2С-О	490	390	21-23	

Для защиты сварочной дуги и сварочной ванны используется смесь Ar и CO<sub>2</sub>. Газовая смесь, содержащая в качестве основного газа Ar, в качестве компонентов 20% CO<sub>2</sub>. Классификация: ISO 14175 - M21.

Использование защитных сварочных смесей в правильной пропорции зачастую делает сварку более эффективной, повышает производительность и позволяет добиться более качественных швов, благодаря следующим особенностям:

- а) снижение количества брызг;
- б) увеличение скорости наплавления металла;
- в) повышение пластичности и плотности шва;
- г) уменьшение задымленности;
- д) увеличение стабильности дуги [13].

Сварка в смеси газов обеспечивает достаточную глубину проплавления при минимальном разбрызгивании.

### 3.2 Расчет технологических режимов

Основными режимами механизированной сварки в защитных газах являются:

- 1)  $d_{эп}$  - диаметр электродной проволоки, мм;
- 2)  $V_{св}$  - скорость сварки, м/ч;
- 3)  $I_{св}$  - сварочный ток, А;
- 4)  $U_d$  - напряжение дуги, В;
- 5)  $l_b$  - вылет электродной проволоки, мм;

6)  $V_{п.э.}$  - скорость подачи электродной проволоки, м/ч;

7)  $g_{зг}$  - расход защитного газа, л/мин.

Для примера производим расчёт режима сварки шва С2 ГОСТ 14771-76 который изображен на рисунке 3.1. Сварка механизированная в смеси  $CO_2+Ar$ , выполняется проволокой Св-08Г2С-0, в нижнем положении.

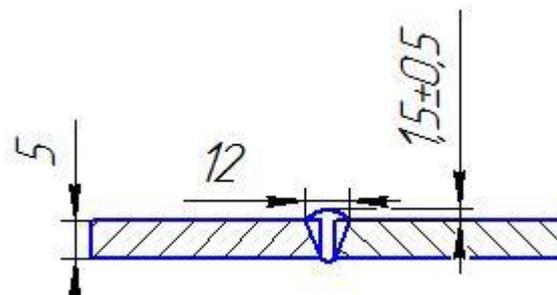


Рисунок 3.1 шов С2 ГОСТ 14771-76

Устанавливаем требуемую глубину провара  $H$  по формуле [14]:

$$H = (0,7 - 0,8) \cdot S \quad (3.2)$$

где  $S$  – толщина, мм.

$$H = (0,7 - 0,8) \cdot 5 = 3,5..4 \text{ мм.}$$

Принимаем  $H=S=5$  мм.

Определяем величину сварочного тока  $I_{св.}$ , обеспечивающего заданную глубину провара, по формуле [14]:

$$I_{св} = \frac{H}{K_h} \cdot 100 \quad (3.3)$$

где  $K_h$  – коэффициент пропорциональности, величина которого зависит от условий проведения сварки,  $K_h=2.1$

$$I_{св} = \frac{5}{2.1} \cdot 100 = 238,09 \text{ А.}$$

Принимаем  $I_{св}=220-240$  А.

Выбираем диаметр электродной проволоки по формуле [14]:

$$d_{э} = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{I_{св}}{j}} \quad (3.4)$$

где  $j$  – допустимая плотность тока,  $200 \text{ А/мм}^2$ .

$$d_3 = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{238,09}{200}} = 1,23 \text{ мм.}$$

Принимаем  $d_3 = 1,2$  мм.

Определяем напряжение на дуге по формуле [14]:

$$U_d = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{d_3^{0,5}} \cdot I_{CB} \pm 1 \quad (3.5)$$

$$U_d = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{1,2^{0,5}} \cdot 238,09 \pm 1 = 26,8 \pm 1 \text{ В.}$$

Принимаем  $U_d = 26-28$  В.

Определяем скорость сварки  $V_{CB}$  по формуле [14]:

$$V_{CB} = \frac{A}{I_{CB}} \quad (3.6)$$

где  $A = 2000-5000$  А\*м/ч.

$$V_{CB} = \frac{3500}{238,09} = 14,7 \frac{\text{м}}{\text{ч}}.$$

Определяем коэффициент наплавки  $\alpha_n$  по формуле [14]:

$$\alpha_n = \alpha_p \cdot (1 - \psi) \quad (3.7)$$

где  $\alpha_p$  – коэффициент расплавления, г/А\*ч;

$\psi$  – коэффициент потерь.

Коэффициент расплавления рассчитывается по формуле

$$\alpha_p = 9,05 + 3,1 \cdot 10^{-4} \cdot \sqrt{I_{CB}} \cdot \frac{l}{d_3^2} \quad (3.8)$$

где  $l$  – вылет электродной проволоки,  $l = 12-15$  мм.

$$\alpha_p = 9,05 + 3,1 \cdot 10^{-4} \cdot \sqrt{238,09} \cdot \frac{12}{1,2^2} = 9,09 \frac{\text{г}}{\text{А} \cdot \text{ч}}.$$

Коэффициент потерь определяется по формуле [14]:

$$\psi = 4,72 + 17,6 \cdot 10^{-2} \cdot j - 4,48 \cdot 10^{-4} \cdot j^2 \quad (3.9)$$

$$\psi = 4,72 + 17,6 \cdot 10^{-2} \cdot 200 - 4,48 \cdot 10^{-4} \cdot 200^2 = 0,22$$

$$\alpha_n = 9,09 \cdot (1 - 0,22) = 7,09 \frac{\text{г}}{\text{А} \cdot \text{ч}}.$$

Определяем скорость подачи электродной проволоки  $V_{п.э.}$  по формуле

$$V_{п.э.} = \frac{4 \cdot \alpha_n \cdot I_{св}}{\pi \cdot d_3^2 \cdot \rho} \quad (3.10)$$

где  $\rho$  – удельный вес металла,  $\rho=7,8$  г/см<sup>3</sup>.

$$V_{п.э.} = \frac{4 \cdot 7,09 \cdot 238,09}{3,14 \cdot 1,2^2 \cdot 7,8} = 191,4 \frac{м}{ч}$$

Расход защитного газа  $q_{зг}$  определяется по формуле [14]:

$$q_{зг} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot I_{св}^{0,75} \quad (3.11)$$

$$q_{зг} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot 238,09^{0,75} = 0,2 \frac{л}{с} = 12 \frac{л}{мин}$$

Принимаем  $q_{зг}=10-12$  л/мин.

Расчёт режимов сварки приведены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 - Режимы для механизированной сварки в Ar + CO<sub>2</sub>

№ шва	Тип шва	Катет шва, мм	Диаметр проволоки, мм	Сварочный ток, А	Напряжение, В	Количество проходов	Расход газа, л/мин
1	С2	-	1,2	220-240	26-28	1	10-12
2	У4	-	1,2	200-220	24-26	1	10-12
3	Н1	5	1,2	200-220	24-26	1	10-12

### 3.3 Выбор основного оборудования

Для питания сварочной дуги при механизированной сварке в среде защитных газов используют источники постоянного тока. К ним относятся сварочные преобразователи, агрегаты и выпрямители. Главным требованием к источникам питания является обеспечение ими легкого возбуждения и стабильного горения сварочной дуги. Все источники питания характеризуются следующими основными показателями: величиной напряжения холостого хода, формой внешней характеристики, мощностью, продолжительностью включения (ПВ) [15].

Основными критериями для окончательного выбора рациональных типов оборудования должны служить их следующие принципы:

- а) техническая характеристика, наиболее отвечающая всем требованиям принятой технологии;
- б) наибольшая эксплуатационная надежность и относительная простота обслуживания;
- в) наибольший КПД и наименьшее потребление электроэнергии при эксплуатации;
- г) наименьшие габаритные размеры оборудования;
- д) наименьшая масса;
- е) наименьшая сумма первоначальных затрат на приобретение и монтаж оборудования;
- ж) минимальный срок окупаемости.

Для механизированной сварки в среде защитного газа плавящимся электродом выбирается такое оборудование, которое обеспечивает ток сварки  $I_{св} = 220 - 240$  А, напряжение дуги  $U_d = 24 - 28$  В. Согласно выше указанным требованиям был выбран сварочный полуавтомат Форсаж – 302 внешний вид которого представлен на рисунке 3.2 и подающий механизм Форсаж – МП5 внешний вид которого представлен на рисунке 3.3.



Рисунок 3.2 Внешний вид сварочного полуавтомата Форсаж – 302



Рисунок 3.3 Внешний вид подающего механизма Форсаж – МП5

Форсаж 302 - высокопроизводительный инверторный сварочный аппарат, управляемый микропроцессорами, предназначен для полуавтоматической сварки, дополнительно возможна сварка в других режимах TIG и MMA. Технические характеристики представлены в таблице 3.6.

Технические характеристики подающего механизма Форсаж – МП5 представлены в таблице 3.7.

Таблица 3.6 - Технические характеристики полуавтомата Форсаж – 302

Напряжение сети	380 В
Максимальная сила тока	315 А
Продолжительность включения (ПВ)	60 %
Сила тока при ПВ 100%	250 А
Максимальная потребляемая мощность	17 кВА
Диапазон сварочного тока MIG/MAG	от 20 до 315 А
Диаметр сплошной сварочной проволоки	от 0,8 до 1,2 мм
Диапазон регулирования напряжения	от 15 до 30 В
Габаритные размеры	425x 185x 355 мм
Вес	14,3 кг

Таблица 3.7 - Технические характеристики подающего механизма

Потребляемый ток	5 А
Диапазон рабочего напряжения	от 22 до 30 В
Диаметр сплошной сварочной проволоки	от 0,8 до 2 мм
Скорость подачи проволоки	от 0,4 до 13,3 м/мин
Количество подающих роликов	4 шт.
Вес	9 кг

### 3.4 Выбор оснастки

Для объемных сварочных работ существует значительное многообразие вспомогательной оснастки. При этом тип сварочной оснастки зависит от конструкции свариваемого узла, характера производства и способа самого термического процесса.

Общие требования к сборочно-сварочной оснастке:

- 1) Точное пространственное размещение свариваемых деталей, в том числе для многокомпонентных узлов, исключение ручной подгонки;
- 2) Легкий доступ ко всем местам для прихваток, зачисток и основных сварочных швов;
- 3) Сборка в соответствии с допусками, заложенными в конструкторской документации (чертежах, технических заданиях);
- 4) Соблюдение требуемых межкромочных размеров соединяемых изделий
- 5) Оптимальный порядок сборки, высокая производительность и обеспечение достойного качества накладываемых швов.
- 6) Обязательная безопасность использования, в том числе при возникновении внештатных ситуаций – разборка узла, выход из строя фиксирующих приспособлений [16].

Для сборки и последующей сварки лепестка, так как это конструктивно сложный объект, необходимо разработать сборочно – сварочное приспособление, которое будет отвечать следующим требованиям:

- 1) Необходимое усилие прижимов, для снижения сварочных деформаций во время сварки;
- 2) Соблюдение необходимых установочных размеров собираемой сборочной единицы;
- 3) Сборочно – сварочное приспособление должно обеспечивать удобное положение для сварки.

В качестве прижимов используются винтовые прижимы. Такие прижимы обладают простой конструкцией, имеют высокую прочность и надежность, и достаточную силу прижатия.

### 3.5 Составление схемы общей сборки. Определение рациональной степени разбиения конструкции на сборочные единицы

При изготовлении мотошара, включающий в себя некоторое количество деталей, на первом этапе из соответствующих элементов изготавливают сборочные единицы. Затем из сборочных единиц производят полную сборку изделия.

Производственный процесс изготовления мотошара состоит из операций: заготовительной, комплектовочной, сборочных, сварочных, слесарной, контрольной, транспортной.

Сборка должна обеспечить точное взаимное расположение деталей и минимальные зазоры между ними.

С учетом принятого способа сварки, максимальные сборочные зазоры для разных узлов, составляют 0-2 мм.

Схема сборки лепестка представлена на рисунке 3.4.

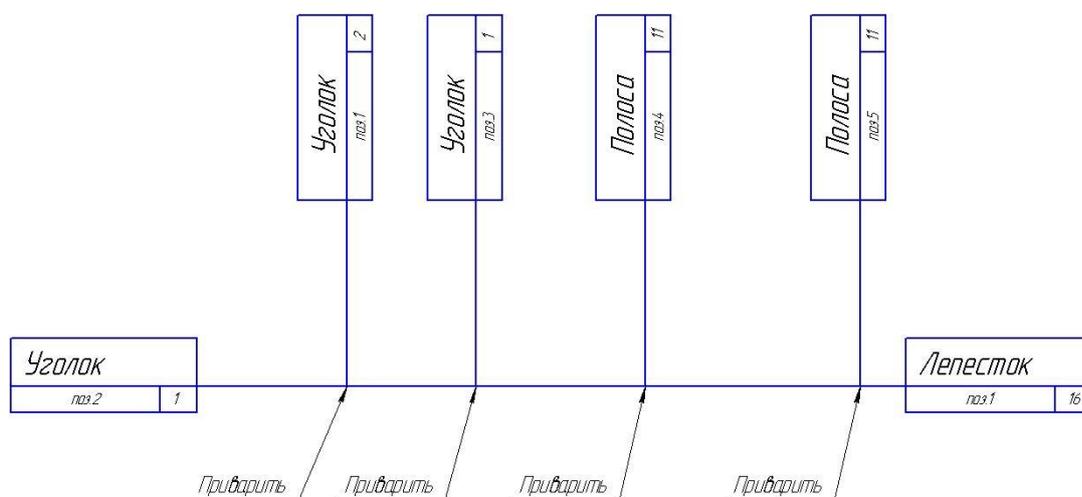


Рисунок 3.4 Схема сборки лепестка

Сварка является одной из основных операций изготовления сварного изделия. Она осуществляется в соответствии с технической документацией и

техническими условиями на сварку. Качество сварного изделия зависит от целого ряда факторов: правильности выбора сварочных материалов, оборудования, материала изделия, пространственного положения швов, квалификации сварщика и многих других.

Схема общей сборки мотоцикла представлена на отдельном листе А1.

### 3.6 Выбор методов контроля. Регламент проведения. Оборудование

Сварные конструкции контролируют на всех этапах их изготовления. Кроме того, систематически проверяют приспособления и оборудование. При предварительном контроле подвергаются проверке основные и вспомогательные материалы, устанавливается их соответствие чертежу и техническим условиям. Наиболее ответственным моментом является текущий контроль выполнения сварки. Организация контроля сварочных работ может производиться в двух направлениях: контролируют сами процессы сварки либо полученные изделия.

Тщательный контроль и приемка деталей и готовых изделий проводят на всех стадиях производства сварных конструкций.

В стадии обработки проверяют:

1) соответствие применяемого металла чертежу на основании сертификата завода-изготовителя или путем заводского лабораторного испытания;

2) отсутствие внешних пороков металла: раковин, плен, волосовин, закатов, расслоений;

3) соблюдение формы и внешнего вида элементов сварных конструкций после заготовительных операций в соответствии с чертежами и техническими условиями, например, точность размеров, качество разделки кромок, зачистка после газовой резки и пр.

В собранной сварной конструкции проверяют:

1) соответствие геометрических и основных размеров рабочим чертежам и соблюдение допусков;

2) правильность подготовки металла под наложение сварочных швов, зазоры, разделка кромок и прочее;

3) чистоту металла в месте наложения сварных швов, отсутствие окалины, ржавчины, масла и других загрязнений.

В процессе сварки проверяют выборочно:

1) порядок наложения швов в соответствии с технологическим процессом;

2) тщательность зачистки предыдущих слоев шва перед наложением последующего слоя;

3) соответствие чертежным размерам наложенных швов и марки применяемой сварочной проволоки;

4) соответствие режимов сварки и квалификации сварщиков, указанных в техпроцессе.

Выбор методов контроля обуславливается требованиями технических условий на изготовление сварных конструкций и зависит от степени ответственности данной конструкции при эксплуатации, глубины и места расположения предполагаемых дефектов, толщины, конфигурации и материала деталей и других факторов [17].

На участке сборки и сварки мотошара используются следующие методы контроля качества: визуальный и измерительный контроль осуществляется по РД 03-606-03.

### 3.6.1 Оборудование применяемое при визуальном и измерительном контроле

При визуальном и измерительном контроле согласно РД 03-606-03 «Инструкция по визуальному и измерительному контролю» применяют:

1) лупы, в том числе измерительные;

- 2) линейки измерительные металлические;
- 3) угольники поверочные 90° лекальные;
- 4) штангенциркули, штангенрейсмусы и штангенглубиномеры;
- 5) щупы;
- 6) угломеры с нониусом;
- 7) стенкомеры и толщиномеры индикаторные;
- 8) микрометры;
- 9) нутромеры микрометрические и индикаторные;
- 10) калибры;
- 11) эндоскопы;
- 12) шаблоны, в том числе специальные и универсальные (например, типа УШС), радиусные, резьбовые и др.;
- 13) поверочные плиты;
- 14) плоскопараллельные концевые меры длины с набором специальных принадлежностей;
- 15) штриховые меры длины (стальные измерительные линейки, рулетки).

Допускается применение других средств визуального и измерительного контроля при условии наличия соответствующих инструкций, методик их применения.

Измерительные приборы и инструменты должны периодически, а также после ремонта проходить поверку (калибровку) в метрологических службах, аккредитованных Госстандартом России. Срок проведения поверки (калибровки) устанавливается нормативной технической документацией (НД) на соответствующие приборы и инструменты.

### 3.6.2 Требования к выполнению визуального и измерительного контроля

Визуальный и измерительный контроль рекомендуется выполнять на стационарных участках, которые должны быть оборудованы рабочими столами,

стендами, роlikоопорами и другими средствами, обеспечивающими удобство выполнения работ

Участки контроля, особенно стационарные, рекомендуется располагать в наиболее освещенных местах цеха, имеющих естественное освещение. Для создания оптимального контраста дефекта с фоном в зоне контроля необходимо применять дополнительный переносной источник света, то есть использовать комбинированное освещение. Освещенность контролируемых поверхностей должна быть достаточной для надежного выявления дефектов, но не менее 500 Лк

Окраску поверхностей стен, потолков, рабочих столов и стендов на участках визуального и измерительного контроля рекомендуется выполнять в светлых тонах (белый, голубой, желтый, светло-зеленый, светло-серый) для увеличения контрастности контролируемых поверхностей деталей (сборочных единиц, изделий), повышения

Контрастной чувствительности глаза, снижения общего утомления специалиста, выполняющего контроль.

Для выполнения контроля должен быть обеспечен достаточный обзор для глаз специалиста. Подлежащая контролю поверхность должна рассматриваться под углом более 30° к плоскости объекта контроля и с расстояния до 600 мм.

### 3.6.3 Порядок выполнения визуального и измерительного контроля сварных соединений

Визуальный и измерительный контроль сварных соединений выполняется при производстве сварочных работ и на стадии приемосдаточного контроля готовых сварных соединений. В случае если контролируется многослойное сварное соединение, визуальный контроль и регистрация его результатов могут проводиться после выполнения каждого слоя (послойный визуальный контроль в процессе сварки). Послойный визуальный контроль в

процессе сварки выполняется в случае невозможности проведения ультразвукового или радиационного контроля, а также по требованию Заказчика или в соответствии с ПТД.

В выполненном сварном соединении визуально следует контролировать: отсутствие (наличие) поверхностных трещин всех видов и направлений;

Отсутствие (наличие) на поверхности сварных соединений дефектов (пор, включений, скоплений пор и включений, отслоений, прожогов, свищей, наплывов, усадочных раковин, подрезов, непроваров, брызг расплавленного металла, западаний между валиками, грубой чешуйчатости, а также мест касания сварочной дугой поверхности основного материала);

Качество зачистки металла в местах приварки временных технологических креплений, гребенок индуктора и бобышек крепления термоэлектрических преобразователей (термопар), а также отсутствие поверхностных дефектов в местах зачистки;

Качество зачистки поверхности сварного соединения изделия (сварного шва и прилегающих участков основного металла) под последующий контроль неразрушающими методами (в случае, если такой контроль предусмотрен ПТД);

Размеры поверхностных дефектов (поры, включения и др.), выявленных при визуальном контроле;

Высоту и ширину шва, а также вогнутость и выпуклость обратной стороны шва в случае доступности обратной стороны шва для контроля;

Высоту (глубину) углублений между валиками (западания межваликовые) и чешуйчатости поверхности шва;

Подрезы (глубину и длину) основного металла;

Отсутствие непроваров (за исключением конструктивных непроваров) с наружной и внутренней стороны шва; размеры катета углового шва;

Отсутствие переломов осей сваренных цилиндрических элементов [18].

### 3.7 Разработка технической документации

Технологический процесс сборки и сварки лепестка начинается с подбора деталей, входящих в сборочную единицу, согласно комплектовочной карте.

На операции 010 проводят сборку деталей поз. 1 (2 шт.), 2 (1 шт.) и поз.3 (1 шт.) согласно чертежу по чертежу на сборочно-сварочном приспособлении ФЮРА10А62.004.02.00.000 ВО, которое было спроектировано в процессе выполнения дипломной работы, и закрепляются винтовыми прижимами.

Далее на операции 015 выполняют сварные швы механизированной сваркой в защитных газах, контролируют установочные размеры согласно чертежу. Для выполнения сварки используют сварочный полуавтомат Форсаж – 302 и подающий механизм Форсаж – МП5.

На операции 020 выполняют зачистку сварных швов от брызг, наплывов.

На операции 025 проводят сборку деталей поз.4 (10 шт.) и поз.5 (10 шт.) на детали поз. 1 (2 шт.), 2 (1 шт.) и поз.3 (1 шт.) согласно чертежу

На операции 030 выполняют сварные швы механизированной сваркой в защитных газах. Для выполнения сварки используют сварочный полуавтомат Форсаж – 302 и подающий механизм Форсаж – МП5.

На операции 035 зачистку сварных швов от брызг производят на слесарной плите.

Контроль 040 осуществляют на контрольной плите.

### 3.8 Техническое нормирование операций

Нормирование труда является неотъемлемой частью организации оперативного планирования и организации оплаты труда. На основе норм затрат труда рассчитывается загрузка оборудования, производственной мощности, каждого рабочего места участка, цеха, предприятия [19].

Норма штучного времени  $T_{ш.}$ , мин., для всех видов дуговой сварки определяется по формуле [19]:

$$T_{ш.} = (T_{н.ш.к.} \cdot L + t_{ви}) \cdot K_n \quad (3.12)$$

где  $T_{н.ш.к.}$  - неполное штучно-калькуляционное время, ч;

$L$  - длина свариваемого шва по чертежу, м;

$t_{ви}$  - вспомогательное время, зависящее от изделия и типа оборудования.

Неполное штучно-калькуляционное  $T_{н.ш.к.}$  определяется по формуле [19]:

$$T_{н.ш.к.} = (T_0 + t_{вш}) \cdot \left(1 + \frac{a_{обсл.} + a_{от.л.} + a_{п-з.}}{100}\right) \quad (3.13)$$

где  $T_0$  - основное время сварки, ч;

$t_{вш}$  - вспомогательное время сварки, зависящее от длины сварочного шва, мин;

$a_{обсл.}$ ;  $a_{от.л.}$ ;  $a_{п-з.}$  - соответственно время на обслуживание рабочего места, отдых и личные нужды, подготовительно заключительную работу, процент к оперативному времени.

Для механизированной сварки в смеси газа плавящимся электродом сумма коэффициентов ( $a_{обсл.} + a_{от.л.} + a_{п-з.}$ ) составляет 28,8 % [19].

Основное время для механизированной сварки в смеси газа определяется по формуле [19]:

$$T_0 = \frac{F \cdot \gamma \cdot 60}{I \cdot \alpha_n} \quad (3.14)$$

где  $F$  - площадь поперечного сечения наплавленного металла шва, мм<sup>2</sup>;

$I$  - сила сварочного тока, А;

$\gamma$  - плотность наплавленного металла, г/см<sup>3</sup>; (при сварке сталей составляет 7,8 г/см<sup>3</sup>);

$\alpha_n$  - коэффициент наплавки, г/(А·ч).

Для примера определим норму времени согласно операции 030 технологического процесса сборки и сварки лепестка.

Исходные данные:

а) марка стали: 09Г2С;

б) марка электродной проволоки: Св-08Г2С-О;

в)шов №3 ГОСТ 14771-76-Н1-К5;

г)длина шва – 7,1 м;

д)положение шва нижнее;

ж)площадь сечения наплавленного металла шва  $F=17,75 \text{ мм}^2$ ;

з)коэффициент наплавки для сварочной проволоки Св-08Г2С-О при механизированной сварке сталей в среде  $\text{Ar} + \text{CO}_2$ ,  $\alpha_n = 15 \text{ г}/(\text{А}\cdot\text{ч})$  [19].

Из расчёта режима сварки принимаем величину сварочного тока  $I=220\text{А}$ .

При сварке в среде углекислого газа  $K_{\text{шт}}=1$ . Определяем основное время сварки по формуле [19]:

$$T_o = \frac{17,75 \cdot 7,85 \cdot 60}{220 \cdot 15} = 2,53 \text{ мин.}$$

Неполное штучно-калькуляционное время находим по формуле (3.13), с учётом того, что  $t_{\text{вш}}$  составляет 1,4 мин.

$$T_{\text{н.шт-к.}} = (2,53 + 1,4) \cdot \left(1 + \frac{28,8}{100}\right) = 5,06 \text{ мин.}$$

Норму штучного времени определяем по формуле (3.12) с учётом того, что  $t_{\text{ви}}$  равен 1,85 мин.;  $K_{\text{п}} = 1,3$

$$T_{\text{шт}} = (5,06 \cdot 7,1 + 1,85) \cdot 1,3 = 49,1 \text{ мин.}$$

В предлагаемом технологическом процессе время сборки сокращается за счет использования сборочно - сварочного приспособления.

Проведем расчет норм времени для технологического процесса, результаты сведем в таблицу 3.8.

Таблица 3.8 - Нормы времени на изготовление лепестка

№ опер.	Технологический процесс	
	Наименование операции	$T_{\text{шт}}$ , мин
005	Комплектование	Учтено в сб. опер.
010	Сборочная	5,4
015	Сварка	9,8

Продолжение таблицы 3.8

020	Слесарная	3,2
025	Сборочная	29,3
030	Сварка	49,1
035	Слесарная	15,5
040	Контроль	-

Рассчитываем  $T_{шт}$  для производства конструкции мотошара

$$T_{шт} = \sum T_{um} \cdot n \quad 3.15$$

где  $n$  – количество сборочных единиц, шт.

$$T_{шт} = \sum (5,4 + 9,8 + 3,2 + 29,3 + 49,1 + 15,5) \cdot 16 = 1796,8 \text{ мин.}$$

### 3.9 Материальное нормирование

Для примера определим норму расхода сварочной проволоки и защитного газа согласно операции 030 технологического процесса сборки и сварки лепестка.

Исходные данные:

- а) шов №3 ГОСТ 14771-76-Н1-К5;
- б) длина шва –7,1 м;
- в) марка стали: 09Г2С;
- г) площадь сечения наплавленного металла шва  $F=17,75 \text{ мм}^2$ ;

Норма расхода сварочной проволоки на изготовление сварной конструкции определяется формуле [20]:

$$H_э = G_э \cdot L_{ш} \quad (3.16)$$

Удельную норму расхода  $G_э$  (кг/м) в общем виде рассчитывают по формуле [20]:

$$G_э = k_p \cdot m_{ш} \quad (3.17)$$

где  $k_p$  - коэффициент расхода, учитывающий неизбежные потери сварочной проволоки на разбрызгивание;

$m_{ш}$  - расчетная масса наплавленного металла, кг/м.

Массу наплавленного металла  $m_{ш}$  (кг/м) рассчитывают по формуле [20]:

$$m_{ш} = \rho \cdot F_{ш} \quad (3.18)$$

$$m_{ш} = 7810 \cdot 0,0001775 = 0,14 \text{ кг/м}$$

где  $\rho$  - удельная плотность наплавленного металла,  $\text{кг/м}^3$ ,  $\rho = 7810 \text{ кг/м}^3$ ;

$F_{ш}$  - площадь поперечного сечения наплавленного металла шва.

$$G_э = 1,05 \cdot 0,14 = 0,147 \text{ кг/м.}$$

$$H_э = 0,147 \cdot 7,1 = 1,04 \text{ кг.}$$

Норма расхода защитного газа на изготовление сварной конструкции определяется по формуле [20]:

$$H_{г} = Q_{г} \cdot L_{ш} + Q_{пз} \quad (3.19)$$

где  $Q_{\Gamma}$  — удельная норма расхода газа на 1 м шва, л;

$L_{\text{ш}}$  - длина шва, м;

$Q_{\text{пз}}$  - дополнительный расход газа на подготовительно-заключительные операции: настройку режимов сварки, продувку газовых коммуникаций перед началом сварки;

Удельная норма расхода газа  $Q_{\Gamma}$  определяется по формуле [20]:

$$Q_{\Gamma} = q_{\Gamma} \cdot t_o \quad (3.20)$$

Расход смеси газов ( $\text{Ar} + \text{CO}_2$ ) равен 12 л/мин.

где  $t_o$  - основное (машинное) время сварки 1 м шва, мин. Для расчета величина  $t_o$  может быть взята из нормативов времени на сварку в среде защитных газов. Основное время при сварке плавящимся электродом можно определить по формуле 7:

$$t_o = \frac{(m_{\text{ш}} \cdot 60 \cdot 10^3)}{(\alpha_n \cdot I_{\text{св}})} \quad (3.21)$$

где  $\alpha_n$  - коэффициент наплавки для сварочной проволоки Св-08Г2С-О при механизированной сварке сталей в среде  $\text{Ar} + \text{CO}_2$  составляет  $\alpha_n = 14,2 \text{ г}/(\text{А} \cdot \text{ч})$

$m_{\text{ш}}$  - масса наплавленного металла шва данного типоразмера, кг/м;

$I_{\text{св}}$  - сила сварочного тока берем из ранее рассчитанных режимов, А.

$$t_o = \frac{0,14 \cdot 60 \cdot 10^3}{14,2 \cdot 220} = 2,69 \text{ мин.}$$

$$Q_{\Gamma} = 12 \cdot 2,69 = 32,28 \text{ л.}$$

Дополнительный расход газа  $Q_{\text{пз}}$  (л) определяется по формуле

$$Q_{\text{пз}} = q_{\Gamma} \cdot t_{\text{пз}} \quad (3.22)$$

$$Q_{\text{пз}} = 12 \cdot 0,05 = 0,6 \text{ л.}$$

где  $q_2$  - оптимальный расход защитного газа по ротаметру, л/мин;

$t_{\text{пз}}$  - время на подготовительно-заключительные операции, при сварке плавящимся электродом  $t_{\text{пз}} \approx 0,05$  мин.

$$N_{\Gamma} = 32,28 \cdot 7,1 + 0,6 = 229,79 \text{ л.}$$

## 4 конструкторский раздел

### 4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений

Разработка приспособления осуществляется на основании технологического задания. Технологическое задание включает: ТП сборки и сварки, чертежи изделия, схема расположения зажимных элементов [21].

При сборке контура лепестка необходимо обеспечить точность, соблюдая установочные размеры.

Для обеспечения необходимой правильности и точности сборки используется приспособление от компании Demmeler. В качестве основания используется 3D – стол с координатной сеткой 50\*50 мм.

Для придания устойчивого положения уголкам применяются регулируемые уголки, для снижения прогиба в центре устанавливаются упоры.

В предлагаемом сборочно - сварочном приспособлении используются винтовые прижимы, что приводит к снижению затрат и сложности изготовления зажимов в отличие от пневмоприжима.

Предлагаемое приспособление обеспечивает:

- 1) доступ к местам сварки;
- 2) наиболее выгодный порядок сборки;
- 3) надежное закрепление свариваемых деталей;
- 4) возможность сварки в нижнем положении.

### 4.2 Расчет элементов сборочно – сварочных приспособлений

В приспособлении сварочном ФЮРА10А62.004.02.00.000 ВО для прижатия уголков поз.1, поз. 2 и поз.3 к опорам приспособления используются винтовые прижимы.

Так как швы короткие, и вызывают незначительные деформации, то прижимы используются только для закрепления деталей и придания неподвижного состояния.

В приспособлении ФЮРА10А62.004.02.00.000 ВО используются винтовые прижимы с резьбой М12. Рассчитаем винтовой прижим.

Определяем усилие, развиваемое винтовым прижимом по формуле [22]:

$$P = \frac{Q \cdot l}{r_{cp} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \rho) + \frac{1}{2} \cdot \mu \cdot D} \quad (4.1)$$

где  $Q$  – усилие, прикладываемое на рукоятке винта, обычно равное 10...15 Н;

$l$  – радиус рукоятки, мм;

$r_{cp}$  – средний радиус резьбы, мм;

$\alpha$  – угол наклона резьбы,  $60^\circ$ ;

$\rho$  – приведенный угол трения в резьбе;

$\mu$  – коэффициент трения скольжения на торце винта, 0,1;

$D$  – диаметр контактного кольца между винтом и пятой, 10 мм.

Для метрической резьбы  $\beta = 30^\circ$ , тогда  $\rho = 6^\circ 40'$ .

$$P = \frac{10 \cdot 50}{5,675 \cdot \operatorname{tg}(60^\circ + 6^\circ 40') + \frac{1}{2} \cdot 0,1 \cdot 10} = 37,1 \text{ Н.}$$

Для обеспечения условия самоторможения винта угол наклона резьбы  $\alpha$  должен быть меньше приведенного угла трения  $\rho$ :  $\alpha < \rho$ .

Напряжение сжатия будет определяться по формуле [22]:

$$\sigma_{сж} = \frac{1,27 \cdot P}{d_{вн}^2} \quad (4.2)$$

$$\sigma_{сж} = \frac{1,27 \cdot 37,1}{10,91^2} = 0,4 \text{ Мпа.}$$

Условие  $\sigma_{сж} \leq [\sigma_B]$  выполняется.

### 4.3 Порядок работы приспособлений

Приспособление сборочно - сварочное предназначено для сборки и сварки лепестка. Приспособление состоит из: основания, которое выполнено в виде 3D – стола с координатной сеткой; семи универсальных регулируемых уголков,; двух упоров и семи винтовых прижимов.

На универсальные регулируемые уголки устанавливаются РС – болты, на которые затем устанавливаются уголки поз.1 (2 шт.), поз.2 (1 шт.) и поз.3 (1 шт.), универсальные уголки позволяют регулировать требуемый угол. Далее сборка фиксируется винтовыми прижимами, которые обеспечивают надежность и точность сборки контура лепестка.

Для уменьшения прогиба от собственного веса в центре установлены упоры, на которые опираются уголки поз.1.

Производят сварку установленных деталей, после чего открепляют и отправляют на следующее рабочее место, где производят дальнейшие операции.

## 5 Проектирование участка сборки – сварки

### 5.1 Состав сборочно – сварочного цеха

Рациональное размещение в пространстве запроектированного производственного процесса и всех основных элементов производства, необходимых для осуществления этого процесса, требует разработки чертежей плана и разрезов проектируемого цеха [23].

1) сборочно-сварочное отделение, подразделяющееся обычно на узловую и общую сборку и сварку, с производственными участками сборки, сварки, наплавки, пайки, термообработки, механической обработки, испытания готовой продукции и исправления пороков, нанесения покрытий и отделки продукции;

2) вспомогательные отделения: цеховой склад металла, промежуточный склад деталей и полуфабрикатов с участком их сортировки и комплектации, межоперационные складочные участки и места, склад готовой продукции цеха с контрольными и упаковочными подразделениями и погрузочной площадкой; кладовые электродов, флюсов, баллонов с горючими и защитными газами, инструмента, приспособлений, запасных частей и вспомогательных материалов, мастерская изготовления шаблонов, ремонтная, отделение электромашинное, ацетиленовое, компрессорное, цеховые трансформаторные подстанции;

3) административно-конторские и бытовые помещения: контора цеха, гардероб, уборные, умывальные, душевые, буфет, комната для отдыха и приема пищи, медпункт [22].

### 5.2 Расчет основных элементов производства

Необходимое количество оборудования  $n_p$  определяется по формуле:

$$n_p = \frac{T_r}{\Phi_d}, \quad (5.1)$$

где  $T_r$  – время необходимое для выполнения годовой программы продукции, ч;  
 $\Phi_D$  – действительный фонд рабочего времени, ч;

$$T_r = N \cdot T \quad (5.2)$$

где  $N$  – годовая программа выпуска продукции,  $N=1$  шт.;

$T$  – длительность одной операции, мин.

$$T_r = 1 \cdot 1497,6 = 1497,6 \text{ мин.} = 24,96 \text{ ч.}$$

$\Phi_H$  – номинальный фонд рабочего времени в одну смену равен 1984 часа, найдем действительный отняв от номинального процент потерь времени:

$$\Phi_D = \Phi_H - 5\% = 1984 - 5\% = 1884 \text{ ч.}$$

$$n_p = \frac{24,96}{1884} = 0,013$$

Округляем  $n_p$  в большую сторону и принимаем  $n_p' = 1$ .

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_z = \frac{n_p}{n_p'} \quad (5.3)$$

$$K_z = \frac{0,013}{1} = 0,013$$

Количество основных рабочих – списочное и явочное определяется по формуле:

$$P_{сп} = \frac{T_{шт} \cdot N}{60 \cdot \Phi_D} \quad (5.4)$$

$$P_{яв} = \frac{T_{шт} \cdot N}{60 \cdot \Phi_H}$$

где  $N$  – годовая программа выпуска изделия,  $N=1$  шт.;

$T_{шт}$  – трудоемкость технологического процесса, мин;

$\Phi_D$  – действительный фонд рабочего времени,  $\Phi_D=1884$  ч;

$\Phi_H$  – номинальный фонд рабочего времени,  $\Phi_H=1984$  ч;

$$P_{сп} = \frac{1796,8 \cdot 1}{60 \cdot 1884} = 0,02$$

$$P_{яв} = \frac{1796,8 \cdot 1}{60 \cdot 1984} = 0,015$$

$P_{ЯВ}$  и  $P_{СП}$  – расчетные значения соответственно явочного и списочного состава производственных рабочих, результаты заносим в таблицу.

Остальные категории работников рассчитываем в процентном соотношении от списочного количества рабочих [21]:

1) вспомогательные рабочие – 25 % от количества основных рабочих;

2) инженерно-технические работники (ИТР) – 8 % от суммы основных и вспомогательных рабочих;

3) младший обслуживающий персонал (МОП) – 2 % от суммы основных и вспомогательных рабочих;

4) контролеры качества продукции – 1 % от суммы основных и вспомогательных рабочих,

Количество рабочих на участке приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Количество рабочих на участке

Категории рабочих	Кол-во принятых рабочих
Основные	1
Вспомогательные	1
ИТР	1
МОП	1
Контроль	1

### 5.3 Пространственное расположение производственного процесса

Размещение цеха – всех его производственных отделений и участков, а также вспомогательных, административно-конторских и бытовых помещений должно по возможности полностью удовлетворять всем требованиям процессов, подлежащих выполнению в каждом из этих отделений. В этом заключается одна из главных задач рационального проектирования промышленных предприятий. Так как в сварочных цехах основными ведущими

процессами являются сборочно-сварочные работы, следовательно, особое внимание уделяют задачам, связанным с этими операциями [23].

План участка сборки – сварки лепестка представлен на отдельном листе формата А1.

### 6.1 Сравнительный экономический анализ вариантов

Экономическая часть предназначена для экономической оценки производственного процесса.

Разработка технологического процесса изготовления мотошара допускает различные варианты решения.

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

Показатель приведенных затрат – обобщающий показатель. В нем находят отражение большинство достоинств и недостатков каждого из сравниваемых вариантов технологического процесса.

Определение приведенных затрат производят по формуле:

$$Z_n = C + E_n \cdot K \quad (6.1)$$

где  $C$  - себестоимость единицы продукции, руб/изд;

$E_n$  - норма эффективности дополнительных капиталовложений, (руб/год)/руб;

$K$  - капиталовложения, руб/ед.год.

В предлагаемом технологическом процессе применимо сборочно-сварочное приспособление.

Проведем технико-экономический анализ предлагаемого варианта.

#### 6.1.1 Расчет необходимого количества производственного оборудования

Необходимое количество оборудования определяем по формуле [15]:

$$C_p = N_2 \cdot T_{ш} / F_{\delta} \quad (6.2)$$

где  $N_2$  – годовая программа выпуска изделия,  $N_r=1$  шт.;

$T_{ш}$  – норма штучного времени на изготовления изделия, ч.;

$F_{\delta}$  – действительный годовой фонд работы оборудования, ч.;

$F_{\delta}=1884$  ч [24].

Определяем необходимое количество производственного оборудования.

Определение количества оборудования осуществляем путем округления расчетного количества оборудования  $C_p$  до целого числа в большую сторону.

Коэффициент загрузки оборудования определяем по формуле [25]

$$K_z = C_p / C_n \cdot 100\% \quad (6.3)$$

где  $C_p$  - расчетное количество оборудования, шт.;

$C_n$  - принятое количество оборудования, шт.

Определим требуемое количество сварочного оборудования:

$$C_p = \frac{1 \cdot 24,96}{1884} = 0,013$$

Для обеспечения каждого рабочего места сварочным оборудованием, принимаем количество оборудования равное  $C_p=1$ .

Далее определим коэффициент загрузки

$$K_z = \frac{0,013}{1} \cdot 100\% = 1,3\%$$

Аналогично определяем необходимое количество остального оборудования для предлагаемого технологического процесса изготовления изделия и результаты расчетов сводим в таблицу 6.1.

Таблица 6.1 - Количество оснастки и оборудования необходимого для изготовления изделия и коэффициент их загрузки

Номер операции	Наименование	$T_{ш}$ , мин	$C_p$ , шт	$C_n$ , шт	$K_{зо}$
010-015	Приспособление сборочно - сварочное	243,2	0,002	1	0,2
025-030	Плита сборочная	1254,4	0,011	1	1,1

Определяем необходимое количество сварочного оборудования и данные расчета сводим в таблицу 6.2.

Таблица 6.2 - Количество сварочного оборудования, необходимого для изготовления изделия и коэффициент его загрузки

Технологический процесс	С <sub>п</sub> , шт	К <sub>зо</sub>
	1	1,3

### 6.1.2 Расчет численности производственных рабочих

Состав, рабочих в сборочно-сварочном цехе, подразделяется на группы:

- 1) основные производственные рабочие;
- 2) вспомогательные рабочие;
- 3) инженерно-технические работники (ИТР);
- 4) младший обслуживающий персонал (МОП).

Общее, требуемое для участка списочное и явочное количество производственных рабочих, определяется по формулам [25]:

$$P_{СП} = \frac{T_{ш} \cdot N_z}{F_{\delta}} = \frac{1796,8 \cdot 1}{1884 \cdot 60} = 0,016 \quad (6.4)$$

$$P_{Я} = \frac{T_{ш} \cdot N_z}{F_{н}} = \frac{1796,8 \cdot 1}{1984 \cdot 60} = 0,015 \quad (6.5)$$

где  $F_{н}$  – номинальный фонд времени рабочих,  $F_{н}=1984$  ч. [24];

$F_{\delta}$  – действительный фонд времени рабочих,  $F_{\delta}=1884$  ч. [24];

$P_{яв}$  и  $P_{сп}$  – расчетные значения соответственно явочного и списочного состава производственных рабочих, результаты заносим в таблицу 6.3.

Остальные категории работников рассчитываем в процентном соотношении от списочного количества рабочих:

вспомогательные рабочие - 25% от количества основных рабочих [25];

ИТР - 8% от суммы основных и вспомогательных рабочих [25];

младший обслуживающий персонал (МОП) - 2% от суммы основных и вспомогательных рабочих [25];

контролеры качества продукции - 1% от суммы основных и вспомогательных рабочих [25].

Таблица 6.3 - Количество рабочих на участке

Вариант технологического процесса	Значения
Трудоемкость $T_{ш}$ , мин.	1796,8
Расчетное/принятое списочное число основных рабочих $P_{сп}$ и $P_{п}$ , чел.	0,016/1
Расчетное/принятое явочное число основных рабочих $P_{яв}$ и $P_{п}$ , чел.	0,015/1
Принятое число вспомогательных рабочих $P_{яв}$ и $P_{п}$ , чел.	1
Принятая численность ИТР, чел.	1
Принятая численность МОП, чел.	1
Принятая численность контролеров, чел.	1

Определяем коэффициент сменности по формуле [25]:

$$k_p = P_{яв} / P_{яв1} \quad (6.6)$$

где  $P_{яв1}$  - число рабочих в первую смену, чел.

Для предлагаемого технологического процесса:

$$k_p = 1/1 = 1.$$

### 6.1.3 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

Капитальные вложения в оборудование определяем по формуле [25]:

$$K_o = C_o \cdot (1 + \sigma_m) \cdot C_n \quad (6.7)$$

где  $C_o$  - оптовая цена единицы оборудования, руб./ед.

$\sigma_m$  - коэффициент, учитывающий затраты на монтаж и транспортно-заготовительные расходы. Принимаем  $\sigma_m = 0,10$ ;

$C_n$  - принятое количество оборудования.

Для предлагаемого  $C_n = 1$  ед.

$N_{Г}$  - годовая программа производства изделий,  $N_{Г} = 1$  шт.

Цены на оборудование сводятся в таблицу 6.4 и 6.5.

Таблица 6.4 - Оптовые цены на сварочное оборудование

Наименование оборудования	Ц <sub>о</sub> , руб
Форсаж-302 (1 шт.)	53900
Подающий механизм Форсаж – МП5 (1 шт.)	31560

Таблица 6.5 - Капитальные вложения в сварочное оборудование

Наименование оборудования	К <sub>о</sub> , руб/ед. год
Форсаж-302 (1 шт.)	53900
Подающий механизм Форсаж – МП5 (1 шт.)	31560

Капитальные вложения в приспособления определяем по формуле [26]:

$$K_{np} = C_{np} \cdot C_n \quad (6.8)$$

где  $C_{np}$  - цена единицы приспособления, руб. Берется с учетом поправочного коэффициента.

$C_n$  - принятое количество приспособлений, занятое выполнением, соответствующей операции.

Капитальные вложения в приспособления указаны в таблице 6.6.

Таблица 6.6- Капитальные вложения в приспособления

Наименование оборудования	Ц <sub>пр</sub> , Руб	Технологический процесс	
		С <sub>п</sub> , шт	К <sub>пр</sub> ,руб/ед.год
Приспособление сборочно-сварочное	179500	1	179500
Плита сборочно-сварочная	156000	1	156000
ИТОГО			335500

6.1.4 Определение удельных капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями

Удельные капитальные вложения в здание определяется [26]:

$$K_{здо} = S_O \cdot h \cdot k_B \cdot Ц_{зд} \quad (6.9)$$

где  $S_O$  - площадь, занимаемая единицей оборудования, м<sup>2</sup>/ед.

Для предполагаемого техпроцесса:  $S=103,5$  м<sup>2</sup>,

$h$  - высота производственного здания, м.,  $h = 12$  м. [26];

$k_B$  - 1,75...3,00 - коэффициент, учитывающий вспомогательную площадь проходов, проездов и хранения деталей (меньшие значения относятся к крупногабаритным изделиям);

$Ц_{зд}$  - стоимость 1м<sup>3</sup> здания на 01.01.2020 для цеха составляет,  $Ц_{зд}=94$  руб/м<sup>3</sup>.

$$K_{здо} = 103,5 \cdot 12 \cdot 1,75 \cdot 94 = 204309 \text{ руб.}$$

Определяем удельные капитальные вложения в здание, и результаты заносим в таблицу 6.7.

Таблица 6.7 - Капитальные вложения в здание, занимаемое оборудованием

Наименование оборудования	$K_{здо}$ , руб./ед.год.
Форсаж-302,подающий механизм Форсаж-МП5	204309

### 6.1.5 Определение затрат на основной материал

Затраты на основной материал определяем по формуле [25]:

$$C_M = m_M \cdot k_{m.-з} \cdot Ц_M \quad (6.10)$$

где  $m_M$  - расход материала на одно изделие,

$Ц_M$ —средняя оптовая цена стали 09Г2С на 01.01.2020 равна 33 руб./кг.;

$k_{m.-з}$ —коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении материалов  $k_{т.-з}=1,04$  [7].

$$C_M = 1352 \cdot 1,04 \cdot 33 = 60025,7 \text{ руб./изд.}$$

### 6.1.6 Определение затрат на вспомогательные материалы

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле [25]:

$$C_{n.c} = g_{n.c} \cdot k_{p.n.c} \cdot Ц_{n.c} \quad (6.11)$$

где  $g_{н.с.}$ -масса наплавленного металла электродной проволоки для предполагаемого техпроцесса, для Св-08Г2С  $g_{н.с.}=45,06$  кг.

$k_{р.н.с.}$  - коэффициент, учитывающий расход сварочной проволоки [25].

$k_{р.н.с.}$  - 1,02;

$Ц_{н.с.}=77,44$  руб/кг–стоимость сварочной проволоки Св-08Г2С руб/кг.

Для предлагаемого техпроцесса:

$$C_{п.с.}=45,06 \cdot 1,02 \cdot 77,44=3559,05 \text{ руб.}$$

Затраты на защитную смесь определяем по формуле [25]:

$$C_{з.г.} = g_{з.г.} \cdot Ц_{г.з.} \quad (6.12)$$

где  $g_{з.г.}$ –расход защитного газа,  $g_{з.г.}=10,57$  м<sup>3</sup>;

$Ц_{г.з.}$ –стоимость защитного газа, руб./м<sup>3</sup>,  $Ц_{г.з.}=107,9$  руб./м<sup>3</sup>;

$$C_{з.г.} = 10,57 \cdot 107,9 = 1140,8 \text{ руб/изд.}$$

### 6.1.7 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле:

$$C_{з.н.сд} = (T_c \cdot \sum T_{и}) \cdot K_{\delta} \cdot K_{пр} \cdot K_p \cdot [1 + (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4) / 100] \quad (6.13)$$

где  $T_c$ - тарифная ставка на 01.01.2020, руб.,  $T_c = 43,62$ руб.;

$K_{\delta}$ -коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату,  $K_{\delta}=1,15$ ;

$K_{пр}$ - коэффициент, учитывающий процент премии,  $K_{пр}=1,5$ ;

$K_p$ - районный коэффициент,  $K_p=1,3$ ;

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$  - страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая - 32,8.

Заработная плата основных производственных рабочих по предлагаемому технологическому процессу:

$$C_{з.п.сд} = (43,62 \cdot 89,14) \cdot 1,2 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot (1 + 32,8 / 100) = 3075,32 \text{ руб/изд.}$$

### 6.1.8 Определение затрат на силовую электроэнергию

В основу расчета норматива затрат на силовую электроэнергию положена [26]:

$$C_{э.с.} = (N_y \cdot K_N \cdot K_{ep} \cdot K_{од} \cdot K_{\omega} / \eta) \cdot C_э \cdot T_o / 60 \quad (6.14)$$

где  $N_y$  - установочная мощность источника питания сварочной дуги,

$N_y = 10$  кВт;

$K_N$  и  $K_{ep}$  - средние коэффициенты загрузки источника питания по мощности и по времени,  $K_N = 0,7$  и  $K_{вр} = 0,8$ ;

$K_{од}$  - средний коэффициент одновременной работы,  $K_{од} = 1$ ;

$K_{\omega}$  - коэффициент потерь электроэнергии в сети,  $K_{\omega} = 1,08$ ;

$\eta$  - КПД оборудования. Для технологического процесса,  $\eta = 0,90$ ;

$C_э$  - средняя стоимость электроэнергии,  $C_э = 3,43$  руб/кВт·ч;

$T_o$  - основное время работы оборудования,  $T_o = 782,4$  мин.

$$C_{э.с.} = (10 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1,08 / 0,90) \cdot 3,43 \cdot 782,4 / 60 = 300,56 \text{ руб.}$$

### 6.1.10 Определение затрат на амортизацию оборудования

Определяются по формуле [17]:

$$C_{ао} = [C_o \cdot (1 + \sigma_m) \cdot a_p \cdot \Sigma T_{инк}] / [100 \cdot F_o \cdot K_{зо} \cdot K_{вн} \cdot N_г] \quad (6.15)$$

где  $a_p$  - норма годовых амортизационных отчислений на восстановление оборудования, % ,

$K_{зо}$  - коэффициент, учитывающий нормативную нагрузку оборудования.

Принимаем  $K_{зо} = 0,85$ .

$K_{вн}$  - коэффициент, учитывающий выполнение норм выработки.  $K_{вн} = 1,2$ .

$N_г$  - годовая программа производства изделий шт.,  $N_г = 1$  шт.

Амортизация оборудования приведена в таблице 6.8.

Таблица 6.8– Амортизация оборудования

Наименование оборудования	Техпроцесс	
	$a_p, \%$	$C_{ao}, \text{руб/ед.год.}$
Форсаж-302, подающий механизм Форсаж-МП5	19,4	212,7

### 6.1.11 Определение затрат на амортизацию приспособления

Затраты на амортизацию приспособлений определяются [26]:

$$C_{a.n} = [C_{np} \cdot (1 + \sigma_m) - C_{pl}] \cdot C_n / T_{noz} \cdot N_z \quad (6.16)$$

где  $C_{pl}$ -выручка от реализации выбывших из эксплуатации приспособления, руб/ед, составляет 2%.

$T_{noz}$  - период погашения стоимости приспособлений, лет.  $T_{noz} = 5$  лет.

Результаты расчетов сводим в таблицу 6.9

Таблица 6.9– Затраты на амортизацию приспособлений

Наименование оборудования	$C_{np}$ , руб $C_{pl}$ , руб	Технологический процесс	
		$C_{п}$ , шт.	$C_{ап}$ , руб/ед. год
Приспособление сборочно-сварочное	179500 3590	1	34464
Плита сборочно-сварочная	156000 3120	1	30576
ИТОГО			65040

### 6.1.12 Определение затрат на ремонт оборудования

Затраты на ремонт оборудования определяем по формуле [26]:

$$C_p = [(R_m \cdot \omega_m + R_{\text{Э}} \cdot \omega_{\text{Э}}) / T_{pu}] \cdot \Sigma T_{\text{шк}} / (K_{\text{вн}} \cdot 60 \cdot N_z) \quad (6.17)$$

где  $R_m, R_{\text{Э}}$  - группа ремонтной сложности единицы оборудования соответственно: механической и электрической части  $R_{\text{Э}} = 8$ ;

$\omega$  - затраты на все виды ремонта,  $\omega = 3842$ ;

$T_{\text{рц}}$  - длительность ремонтного цикла,  $T_{\text{рц}} = 8000$ ч.

Определение затрат на ремонт сводятся в таблицу 6.10.

Таблица 6.10 - Затраты на ремонт оборудования

Наименование оборудования	$R_{\text{Э}}$	$\omega_{\text{Э}}$	$T_{\text{шк}}$ , ч	$C_{\text{р}}$ , руб/год.
Форсаж-302, подающий механизм	8	3842	24,96	79,9
Форсаж-МП5				

### 6.1.13 Определение затрат на содержание здания

Определение затрат на содержание здания определяется по формуле

$$C_{\text{зд.}} = (S \cdot C_{\text{ср.зд}}) / N_2 \quad (6.18)$$

где  $S$  – площадь сварочного участка,  $\text{м}^2$ ;

$C_{\text{ср.зд}}$  - среднегодовые расходы на содержание  $1 \text{ м}^2$  рабочей площади, руб./год.м,

$C_{\text{ср.зд}} = 250$  руб./год м;

Затраты на содержание здания по базовому технологическому процессу:

$$C_{\text{зд.}} = (103,5 \cdot 250) / 1 = 25875 \text{ руб/изд.}$$

### 6.2 Расчет технико-экономической эффективности

Определим количество приведенных затрат по формуле

$$Z_n = C + \dot{\epsilon}_n \cdot K \quad (6.19)$$

где  $C$  - себестоимость единицы продукции, руб./ед.,

$\dot{\epsilon}_n$  - норма эффективности дополнительных капитальных затрат,

$\dot{\epsilon}_n = 0,15$  (руб./ед)/руб. [17];

$K$  - капитальные вложения, руб./ ед. год.

Себестоимость единицы продукции определяется по формуле

$$C=N_2 \cdot (C_M + C_{в.м.} + C_{зн.сд.} + C_{эс} + C_a + C_p + C_{зд}) \quad (6.20)$$

где  $C_M$  - затраты на основной материал, руб.;

$C_{в.м.}$  - затраты на вспомогательные материалы, руб.;

$C_{зн.сд.}$  - затраты на заработную плату основных рабочих, руб.;

$C_{эс}$  - затраты на силовую электроэнергию, руб.;

$C_a$  - затраты на амортизацию оборудования и приспособлений, руб.;

$C_p$  - затраты на ремонт оборудования, руб.;

$C_{зд}$  - затраты на содержание помещения, руб.

Капитальные вложения находим по формуле:

$$K=K_o + K_{пр} + K_{здо} \quad (6.21)$$

Определим количество приведенных затрат по технологическому процессу

$$K= 85460+335500+204309=625269 \text{ руб./изд.}$$

$$C=1 \cdot (60025,7+3559,05+1140,8+3075,32+300,56+212,7+65040+79,9+ \\ +25875)= 159309,03 \text{ руб./изд.}$$

$$З_{п}=159309,03+0,15 \cdot 625269 =253099,38 \text{ руб./изд.}$$

В предлагаемом технологическом процессе изготовления мотошара были рассчитаны основные и технико-экономические показатели.

### 6.3 Основные технико-экономические показатели участка

1	Годовая производственная программа, шт	1
2	Средний коэффициент загрузки оборудования	0,9
3	Производственная площадь участка, м <sup>2</sup>	103,5
4	Количество оборудования, шт	1
5	Списочное количество рабочих, чел.	1
6	Явочное количество рабочих, чел	1
7	Количество рабочих в первую смену, чел	1
8	Количество вспомогательных рабочих, чел	1

9	Количество ИТР, чел	1
10	Количество МОП, чел	1
11	Количество контролеров, чел	1
12	Разряд основных производственных рабочих, чел	4

В ходе выполнения работы по разделу ФМРиР был выполнен расчет капитальных вложений в оборудование и приспособление, был выполнен расчет затрат на основные и вспомогательные материалы, на силовую электроэнергию, была рассчитана заработная плата работников предприятия с их социальными доходами.

При данной годовой программе выпуска (1 шт.) изделия мотошара и разработанном производственном процессе: себестоимость изделия составляет 159309,03 руб.

## 7 Социальная ответственность

### 7.1 Описание рабочего места

В данной выпускной квалификационной работе в качестве объекта исследования выступает участок сборки-сварки мотошара.

Процесс сварки ведется механизированным способом в среде смеси газов Ar+CO<sub>2</sub>.

Механизированная сварка производится с использованием полуавтомата Форсаж - 302 и подающего механизма Форсаж - МП5.

Количество основных рабочих на участке 1 человек (при 1- сменном режиме работы). Площадь участка 10,5 м<sup>2</sup>. Стены цеха выполнены из негорючих железобетонных блоков (в соответствии со СНиП 21-01-97), окрашенных в светлые тона.

Сварочные материалы: проволока Св-08Г2С-О, защитный газ – смесь Ar и CO<sub>2</sub> в соотношении 80% и 20%. Основные материалы - сталь марки 09Г2С. Перемещение деталей и сборочных единиц в границах участка производят кран-балкой грузоподъемностью 2 т, в пределах пролета – краном мостовым грузоподъемностью 5 т. На случай пожара цех оснащен запасным выходом.

Используется слесарный инструмент: молоток (т = 2 кг) ГОСТ 2310 - 77, шабер, машинка ручная шлифовальная пневматическая ИП 2002, стальная щетка.

На проектируемом участке при выполнении технологического процесса существует возможность воздействия следующих вредных и опасных факторов: запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны, ультрафиолетовое излучение, инфракрасное и тепловое излучение сварочной дуги и сварочной ванны, шум, психофизическая нагрузка на рабочего, опасность поражения электрическим током, локальная вибрация, движущиеся механизмы и оборудование.

## 7.2 Законодательные и нормативные документы

В данной работе использованы:

- а) ГОСТ 2310 – 77 «Молотки слесарные. Технические условия»;
- б) ГОСТ Р 54578 – 2011 «Воздух рабочей зоны. Аэрозоли преимущественно фиброгенного воздействия»;
- в) «Санитарные нормы ультрафиолетового излучения в производственных помещениях» (утвержден Главным государственным санитарным врачом СССР 23 февраля 1988 г. №4557 – 88);
- г) СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96 «Шум на рабочих местах, в жилых помещениях, общественных зданиях и на территории жилой застройки»;
- д) ГОСТ 12.2.003 – 91 «Оборудование производственное. Общие требования безопасности»;
- е) ГОСТ 12.1.012 – 2004 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования»;
- ж) СН 2.2.4/2.1.8.556 – 96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий»;
- и) ФЗ «Об основах охраны труда в РФ» от 17.07.1999 г. (номер 181 - ФЗ);
- к) СНиП 2.09.03 – 85 «Сооружения промышленных предприятий»;
- л) СП 1009 – 73 «Санитарные правила при сварке, наплавке и резке металлов»;
- м) ТУ 8572 – 017 – 00302190 – 93 «Костюмы мужские для сварщиков, защищающие от искр, брызг расплавленного металла»;
- н) ГОСТ 12.4.010 – 75 СИЗ «Рукавицы специальные»;
- п) ГОСТ 12.4.002 – 97 ССБТ «Средства индивидуальной защиты рук от вибрации»;
- р) СНиП 23 – 05 – 95 «Естественное и искусственное освещение»;
- с) СНиП 2.04.02 – 84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения»;

г) ФЗ №66 «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного характера» от 21.12.94 г.;

у) ГОСТ 12.4.009 – 83 «Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды, размещение и обслуживание»;

ф) СНиП 21 – 01 – 97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений»;

ц) СНиП 31 – 03 – 2001 «Производственные здания».

ч) ГОСТ 30873.4 «Определение параметров вибрационной характеристики ручных машин и с ручным управлением»

### 7.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

#### Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны

Данный фактор определяется и регламентируется ГОСТ Р 54578-2011 «Воздух рабочей зоны. Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия. Общие принципы гигиенического контроля и оценки воздействия».

При сварке в зону дыхания работающих могут поступать сварочные аэрозоли, содержащие в составе твёрдой фазы окислы различных металлов (марганца, хрома, никеля, меди, алюминия, железа и др.), их оксиды и другие соединения, а также токсичные газы (окись углерода, озон, фтористый водород, окислы азота и т.д.) [27].

Автотранспорт, который используется для перевозки готовых изделий, выбрасывает в атмосферу цеха опасные для здоровья рабочих вещества, к ним относятся: свинец, угарный газ, бенз(а)пирен, летучие углеводороды.

Источником выделения вредных веществ также может быть краска, грунт или покрытие, находящиеся на кромках свариваемых деталей и попадающие в зону сварки. Для уменьшения выделения вредных веществ поверхности свариваемых деталей должны при необходимости зачищаться от грунта и покрытия по ширине не менее 20 мм от места сварки [28].

Для защиты органов дыхания, необходимо использовать средства индивидуальной защиты, к которым относятся респираторы. На данном участке сборки и сварки применяют респиратор «Лепесток» ГОСТ 12.4.028–76, который защищает органы дыхания от пылевых аэрозолей. Также каждое рабочее место оборудуется вытяжной вентиляцией, которая производит отбор загрязненного воздуха из рабочей зоны. Подвижность воздуха в зоне сварки должна быть  $0,2 \div 0,5$  метров в секунду.

Основным средством от повышенной запыленности и загазованности воздуха рабочей зоны является применение приточно – вытяжной вентиляции.

Согласно требований СП 1009-73 «Санитарные правила при сварке, наплавке и резке металлов» многопролетных зданиях с целью предотвращения перетекания сварочного аэрозоля в помещения, где сварка не производится, пролеты вдоль линии раздела должны иметь перегородки, не доходящие до уровня пола на 2,5 м. При работе, связанной с применением защитных газов, обшивка по всему периметру не должна доходить до пола на расстояние 300 мм.

Каждое рабочее место также оборудуется вытяжным отсосом-зонтом, открытой конструкцией, всасывающее отверстие которой приближено к источнику выделений. Средняя скорость поступающего воздуха в проеме составляет  $0,3 \div 3$  метров в секунду [27].

Определим количество воздуха для организации местной вентиляции по формуле [29]

$$L_m = S \cdot V_{эф} \quad (7.1)$$

где  $S$  – площадь, через которую поступает воздух, м<sup>2</sup>;

$V_{эф}$  – скорость воздуха в проеме, при которой происходит эффективное удаление вредностей, согласно ГОСТ 12.3.003-86  $V_{эф} = 0,2 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ .

Найдем площадь, через которую поступает воздух по формуле

$$(7.2)$$

где  $A$  и  $B$  - ширина и длина зонта, расчеты этих параметров произведем согласно методичке;

$n$  – количество зонтов.

Определим количество конвективного тепла выделяемого источником

$$Q = 1,5 \cdot \sqrt{t_{\text{и}} + t_{\text{в}}} \quad (7.3)$$

где  $t_{\text{и}}$  и  $t_{\text{в}}$  – температура поверхности источника и воздуха, 0С.

$$Q = 1,5 \cdot \sqrt{350 + 15} = 27,4 \text{ Вт.}$$

Максимальное расстояние от кромки зонта до источника тепловыделений определяется по формуле [29]

$$H = 1,5 \cdot \sqrt{F} = 1,5 \cdot \sqrt{2,82 \cdot 1,57} = 3,15 \text{ м.} \quad (7.4)$$

Найдем размеры вытяжного зонта:

$$A = a + 0,8 \cdot H = 2,82 + 0,8 \cdot 3,15 = 5,3 \text{ м.} \quad (7.5)$$

$$B = b + 0,8 \cdot H = 1,57 + 0,8 \cdot 3,15 = 4,09 \text{ м.} \quad (7.6)$$

$$S = 5,3 \cdot 3,66 \cdot 2 = 38,78 \text{ м}^2.$$

$$L_{\text{м}} = 38,78 \cdot 0,2 = 7,75 \text{ м}^3 \cdot \text{с}$$

Из расчета видно, что объём воздуха удаляемый от местных отсосов составляет  $L_{\text{м}} = 27900 \text{ м}^3 \cdot \text{ч}$ .

В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор радиальный ВР 200-20-3,15 с двигателем АИР80А2 1,5 кВт 3000 об.

Кинематическая схема вентиляции представлена на рисунке 7.1.

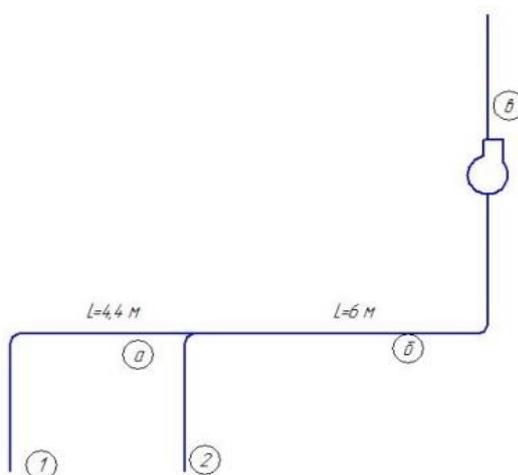


Рисунок 7.1 Кинематическая схема вентиляции

Определим диаметр воздуховода по формуле [29]

$$Q = 1,13 \cdot \left( \frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \cdot \left( \frac{27900}{0,2} \right)^{1/2} = 422 \text{ мм.} \quad (7.7)$$

Тепловые излучения (инфракрасное и ультрафиолетовое излучение).

В производственной обстановке рабочие, находясь вблизи расплавленного или нагретого металла, горячих поверхностей подвергаются воздействию теплоты, излучаемой этими источниками. Горение сварочной дуги сопровождается излучением видимых ослепительно ярких световых лучей и невидимых ультрафиолетовых и инфракрасных лучей.

Видимые лучи ослепляют, так как яркость их превышает физиологическую переносимую дозу. Короткие ультрафиолетовые лучи даже при кратковременном воздействии могут вызвать электроофтальмию.

Инфракрасные лучи главным образом обладают тепловым эффектом, их интенсивность зависит от мощности дуги.

В зависимости от длины волны изменяется проникающая способность инфракрасного излучения. Наибольшую проникающую способность имеет коротковолновое инфракрасное излучение (0,76-1,4 мкм), которое проникает в ткани человека на глубину в несколько сантиметров. Инфракрасные лучи длинноволнового диапазона (9-420 мкм) задерживаются в поверхностных слоях кожи.

На проектируемом участке сборки и сварки корпуса коронки источниками ультрафиолетового и инфракрасного излучения является сварочная дуга, а также источником инфракрасного излучения является расплавленная сварочная ванна и свариваемые детали.

«Санитарные нормы ультрафиолетового излучения в производственных помещениях» (СН 4557-87) регламентируют данный производственный фактор.

Для защиты глаз и лица сварщиков используются специальные щитки и маски. Для защиты глаз от ослепляющей видимой части спектра излучения,

ультрафиолетовых и инфракрасных лучей в очках и масках должны применяться защитные светофильтры. Марка светофильтра выбирается в зависимости от силы сварочного тока. Рекомендуется использование светофильтров из темного стекла ЭЗ, С4.

### Шум

Параметры шума на рабочих местах определены санитарными нормами СН2.2.4/2.1.8.562–96 «Шум на рабочих местах, в жилых помещениях, общественных зданиях и на территории жилой застройки». Допустимый уровень звукового давления на участке при эксплуатации оборудования составляет: 74÷99 дБ, что является нормой и не требует специальных средств защиты.

Источниками шума на участке сборки и сварки мотопара являются: сварочный полуавтомат (Форсаж - 302); подающее устройство полуавтомата (Форсаж – МП5); сварочная дуга; слесарный инструмент; работа электродвигателя кран – балки. На проектируемом участке уровень шума составляет 65...80 дБ при норме 85 дБ.

Для защиты органов слуха от шума рекомендуется использовать противозумные наушники по ГОСТ Р 12.4.255-2011

На данном участке используем виброизолирующие основания серии 3.901.1-17 для защиты от шума вентиляционного оборудования, вентиляторы установлены в отдельные звукоизолирующие помещения, вынесенные за пределы цеха.

### Вибрация

Вибрация относится к факторам, обладающим высокой биологической активностью. Выраженность ответных реакций обуславливается главным образом силой энергетического воздействия и биомеханическими свойствами человеческого тела как сложной колебательной системы.

Согласно ГОСТ 12.1.012-2004 риск, сопутствующий работе виброактивных машин, должен быть снижен до минимально возможного, а

вибрационная характеристика такой машины должна быть указана в сопроводительных документах.

Согласно ГОСТ30873.4 вибрация в каждом из направлений оказывает одинаково вредное воздействие на оператора. Поэтому измерения необходимо проводить во всех трех направлениях.

Гигиеническое нормирование вибраций регламентирует параметры производственной вибрации и правила работы с виброопасными механизмами и оборудованием ГОСТ 12.1.012-2004 "ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования". Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.556-96 "Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий".

На данном производственном участке вибрацию создает ручная шлифовальная пневматическая машина ИП 2002, применяемая для зачистки деталей от брызг сварки. Вибрация в данном случае – локальная, т.е. воздействующая на отдельные части организма.

Согласно требованиям СН 2.2.4/2.1.8.556 – 96 предельно допустимые величины нормируемых параметров производственной локальной вибрации при длительности вибрационного воздействия 480 мин (8 ч) виброускорения – от 1,4 м/с до 89 м/с. Работа в условиях воздействия вибрации с уровнями, превышающими настоящие санитарные нормы более чем на 12 дБ (в 4 раза) по интегральной оценке или в какой-либо октавной полосе не допускается.

#### Движущиеся механизмы

На участке применяются: кран-балка (грузоподъемностью 2,0 т·с), автотранспорт, то есть имеется опасность нанесения вреда человеку движущимися и вращающимися частями машин [28].

Опасность представляют грузы, перемещаемые с помощью стропа.

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

Проходы: между оборудованием, движущимися механизмами и перемещаемыми деталями, а также между постами – не менее 1 м; свободная площадь на один сварочный пост – не менее 3 м; при эксплуатации подъемно-транспортных устройств ограждение всех движущихся и вращающихся частей механизмов.

При эксплуатации шлифовальной машины — защитный кожух на шлифовальном круге.

#### 7.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

##### Электрический ток.

На данном участке используется различное сварочное оборудование. Его работа осуществляется при подключении к сети переменного тока с напряжением 380В. Общие требования безопасности к производственному оборудованию предусмотрены ГОСТ 12.2.003 – 81.

На проектируемом участке применяются искусственные заземляющие устройства, которые состоят из заземлителей и заземляющих проводников. Заземлители представляют собой стальные трубы диаметром 50...70 мм с толщиной стенок 3...5 мм либо стержни из угловой стали размером 50x50x5 мм, забиваемые в землю на глубину 2...2,5 м с шагом, равным их длине, так, чтобы их верхние части были под поверхностью земли на глубине 0,5...0,8 м.

Сопротивление заземляющих устройств не должно превышать 40м [13].

##### Термические ожоги.

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

Маска из фибры защищает лицо, в соответствии ГОСТ Р 12.4.238-2007 шею от брызг расплавленного металла и вредных излучений сварочной дуги.

Спецодежда – костюм и брюки, а также рукавицы, изготавливаются из брезента и служат для защиты тела и рук от брызг сварки и теплового излучения. Для защиты ног сварщиков используют специальные ботинки, исключая попадание искр и капель расплавленного металла ГОСТ 12.4.250-2013.

Для защиты рук от брызг и лучистой энергии применяют брезентовые рукавицы со специальной противопожарной пропиткой ГОСТ 12.4.010.2013.

Согласно требований СП 1009-73 «Санитарные правила при сварке, наплавке и резке металлов» для защиты от лучистой энергии рабочих, не связанных со сваркой, наплавкой или резкой металлов, сварочные посты должны ограждаться экранами из несгораемых материалов высотой не менее 1,8 м.

Пожаровзрывобезопасность.

Пожаровзрывобезопасность производства определяется показателями пожаровзрывоопасности веществ и материалов и их агрегатным состоянием. К этим показателям относится группа горючести, температура вспышки, воспламенения и самовоспламенения, условия теплового самовозгорания.

Участок сборки и сварки относится к категории В (пожароопасный).

#### 7.5 Обеспечение требуемого освещения на рабочем месте

Согласно СНиП 23 - 05 – 95 "Естественное и искусственное освещение" для проектируемого участка освещенность рабочей зоны должна быть не менее 500-700 лк. На проектируемом участке освещение комбинированное естественное, то есть осуществляемое через окна в наружных стенах (боковое освещение) и через фонарь (верхнее освещение). Также предусмотрено искусственное освещение газоразрядными лампами, используемое при недостаточном естественном освещении в темное время суток.

Световой поток светильника определяется по формуле [28]

$$\varphi = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot Z}{N \cdot \eta} \quad (7.8)$$

где E- заданная минимальная освещенность, Лк;

K<sub>3</sub>- коэффициент запаса;

S- освещаемая площадь, м<sup>2</sup>;

Z- коэффициент минимальной освещенности;

η- коэффициент использования светового потока

E= 500Лм; K<sub>3</sub>=1,8; S= 103,5 м<sup>2</sup>; Z=1,5; η=0,48; φ = 33000Лм.

$$N = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot Z}{\varphi \cdot \eta} \quad (7.9)$$

$$N = \frac{500 \cdot 1,8 \cdot 103,5 \cdot 1,5}{33000 \cdot 0,48} = 9шт.$$

Принимаем светильники типа ОД с лампой ДРЛ-750, φ = 33000 Лм.

## 7.6 Охрана окружающей среды

Для очистки выбросов в атмосферу, производящихся на участке сборки и сварки, достаточно производить улавливание аэрозолей и газообразных примесей из загрязнённого воздуха. Установка для улавливания аэрозолей и пыли предусмотрена в системе вентиляции. Для этого на участке сборки и сварки используют масляные фильтры типа EF-3000-4-4.6с.

Фильтр EF рассчитан на продолжительную работу при следующих климатических условиях:

-температура окружающего воздуха -30°С до 45°С;

- относительная влажность 80% при 15°С.

Эффективность фильтров данного типа составляет 95 - 98 %.

Предельно допустимая концентрация примесей в атмосфере на территории промышленного предприятия не должна превышать 30 % вредных веществ. Очистка промышленных стоков должна соответствовать требованиям

СНиП 2. 04. 02 – 84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения». Металлические отходы являются главным видом отходов на данном участке.

На проектируемом участке сборки и сварки мотошара предусмотрены емкости для складирования металлических отходов (обрезки сварочной проволоки, бракованные изделия), а также емкости для мусора. Все металлические отходы транспортируются в металлургический цех, где они перерабатываются, а весь мусор вывозится за территорию предприятия в специально отведенные места и уничтожается.

### 7.7 Чрезвычайные ситуации

На проектируемом участке могут возникнуть чрезвычайные ситуации следующих видов:

- а) транспортные аварии;
- б) пожары, взрывы;
- в) внезапное обрушение зданий и сооружений;
- г) аварии на коммунальных системах снабжения.

С целью защиты работников и территории от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, опасностей, возникающих при ведении военных действий или вследствие этих действий предприятие создаёт и содержит в постоянной готовности необходимые защитные сооружения и организации гражданской обороны в соответствии с федеральными законами РФ от 21.12.94 №66 «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного характера», от 12.02.98 №28 «О гражданской обороне» и постановлением правительства РФ №620 от 10.06.99 «О гражданских организациях гражданской обороны».

Одной из чрезвычайных ситуаций является пожар. Пожарная безопасность - это такое состояние объекта, при котором исключается возможность возникновения пожара, а в случае его возникновения

предотвращается воздействие на людей опасных факторов пожара и обеспечивается защита материальных ценностей.

Участок должен быть оборудован средствами пожаротушения по ГОСТ 12.4.009-83:

а) огнетушитель порошковый ОП-2 для тушения лакокрасочных материалов и оборудования под напряжением;

б) песок (чистый и сухой) для тушения электроустановок под напряжением;

в) кран внутреннего пожарного водопровода;

г) огнетушитель углекислотный ОУ-8.

Для предотвращения обрушения зданий и сооружений создана специальная комиссия, которая с периодичностью раз в полгода проводит осмотр здания и выносит предписания по необходимым мерам, а также следит за их выполнением.

#### 7.8 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Размещение оборудования и организация рабочих мест на проектируемом участке выполнена согласно требованиям приведенных в ГОСТ 12.2.061-81.

Ширина проходов между оборудованием, движущимися механизмами, перемещаемыми деталями составляет 0,8 м. Зоны с опасными производственными факторами огорожены, и знаки безопасности выдержаны по ГОСТ 12.4.026 -76.

В качестве материала для стен кабины используется тонкое железо, Каркас кабины сделаны из металлических труб. Дверной проем кабины закрывают брезентовым занавесом, укрепленным на кольцах.

Для отделки стен кабины применяют желтый крон, который хорошо поглощает ультрафиолетовые лучи.

На участке сборки и сварки применяем общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию и местную вытяжную вентиляцию.

Каждое рабочее место также оборудуется вытяжным отсосом – зонтом, открытой конструкцией, всасывающее отверстие которой, приближено к источнику выделений. Подвижность воздуха в зоне сварки должна быть  $0,2 \div 0,5$  метров в секунду.

## 7.9 Выводы

Для обеспечения безопасной жизнедеятельности трудового коллектива на проектируемом участке были разработаны и приняты следующие меры:

а) для устранения вредного воздействия аэрозолей, пыли, дыма на рабочих местах применяется общеобменная система вентиляции с использованием вентилятора радиального типа ВР 200-20-3,15 с двигателем АИР80А2 1,5 кВт 3000 об.

б) для предотвращения опасности поражения электрическим током применяется: защитное разделение сети; защитное заземление; изолирующая обувь;

в) требуемое освещение на рабочем участке обеспечивается 9 светильниками типа ОД с лампами ДРЛ-750;

г) для защиты от излучений сварочной дуги и предотвращения опасности ожогов, из-за брызг расплавленного металла, используется: термозащитная спецодежда, рукавицы брезентовые, сварочные щитки или защитные маски со светофильтрами, спецобувь, защитные ширмы;

д) для защиты от шума - противοшумные наушники типа РОСОЗМ-8, от вибрации - антивибрационные рукавицы;

е) при слесарной обработке для защиты глаз рабочих от частиц металла – очки защитные типа ЗПР, при работе шлифовальными машинами и при сварке для защиты органов дыхания рабочих – респираторы «Лепесток»;

ж) участок обеспечивается средствами тушения: огнетушителями порошковыми ОП-8; ящиками с песком; краном внутреннего пожарного водопровода.

## Заключение

В выпускной квалификационной работе была разработана технология и спроектирован участок сборки – сварки мотошара. Произведено проектирование сборочно – сварочного приспособления, обеспечивающие более быструю сборку и позволяют обеспечить заданные размеры изделия, уменьшает сварочные деформации.

В ходе выполнения работы был обоснован выбор оборудования, способ сварки, и сварочных материалов, также были рассчитаны технологические режимы и нормы времени технологического процесса.

Рассчитано количество оборудования на каждой операции, исходя из этого определены коэффициенты загрузки оборудования. Составлен технологический процесс изготовления мотошара.

В ходе выполнения работы по разделу ФМРиР был выполнен расчет капитальных вложений в оборудование и приспособление, был выполнен расчет затрат на основные и вспомогательные материалы, на силовую электроэнергию, была рассчитана заработная плата работников предприятия с их социальными доходами.

При данной годовой программе выпуска (1 шт.) изделия мотошара и разработанном производственном процессе: себестоимость изделия составляет 159309,03 руб.

Разработаны мероприятия по безопасности жизнедеятельности, охране труда, при выполнении раздела социальная ответственность была рассчитана и спроектирована обще обменная вентиляция.

## Список использованных источников

1. Механизированная сварка // [Электронный ресурс] - 2020 - Режим доступа: <http://osvarke.net/mig-mag/>
2. Металл титан // [Электронный ресурс] - 2020 - Режим доступа: <https://www.metotech.ru/titan-opisanie.htm>
3. Алюминий: физические свойства // [Электронный ресурс] - 2020 - Режим доступа: <https://tochmeh.ru/info/alum2.php>
4. Сталь 09Г2С // [Электронный ресурс] - 2020 - Режим доступа: <https://stankiexpert.ru/spravochnik/materialovedenie/stal-09g2s.html>
5. Молотников В.Я. Курс сопротивления материалов. Учебное пособие. – Издательство: Лань, 2016. – 384 с.
6. ГОСТ 33807-2016 // [Электронный ресурс] - 2020 - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200141158>
7. ГОСТ 23118-2012 // [Электронный ресурс] - 2020 - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-23118-2012>
8. Сталь марки 09Г2С // [Электронный ресурс] - 2020 - Режим доступа: [http://metallicheckiy-portal.ru/marki\\_metallov/stk/09G2S](http://metallicheckiy-portal.ru/marki_metallov/stk/09G2S)
9. ГОСТ 19281-89 // [Электронный ресурс] - 2020 - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-19281-89>
10. Выбор метода сварки // [Электронный ресурс] - 2020 - Режим доступа: [https://studopedia.ru/20\\_37568\\_vibor-i-obosnovanie-vibora-metoda-svarki.html](https://studopedia.ru/20_37568_vibor-i-obosnovanie-vibora-metoda-svarki.html)
11. ГОСТ 19281-89 // [Электронный ресурс] - 2020 - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200005429>
12. Св-08Г2С-О(омедненная) // [Электронный ресурс] - 2020 - Режим доступа: <https://www.svarms.ru/content/sv-08g2s-o>
13. Сварочная смесь или углекислота // [Электронный ресурс] - 2020 - Режим доступа: <http://промтехгаз.рф/svarochnaya-smes-ili-uglekislota-vyb/>

14. Покатаев Е.П. Расчет режимов дуговой сварки. Учебное пособие. – Издательство: ВолгПИ, 1987. – 47 с.
15. Выбор источника питания // [Электронный ресурс] - Режим доступа: [https://studbooks.net/1618035/tovarovedenie/obosnovanie\\_vybora\\_osnovnogo\\_svarochnogo\\_oborudovaniya](https://studbooks.net/1618035/tovarovedenie/obosnovanie_vybora_osnovnogo_svarochnogo_oborudovaniya)
16. Сварочная оснастка: общие требования // [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.chillers.ru/mr/26/svarochnaja-osnastka--obshhiye-trjebovanija-i-porjadok-projektirovaniya-c-primjenenijem-svarochnykh-poluavtomatov.php>
17. Выбор методов контроля качества // [Электронный ресурс] - Режим доступа: [https://studwood.ru/1744636/tovarovedenie/vybor\\_metodov\\_kontrolya\\_kachestva](https://studwood.ru/1744636/tovarovedenie/vybor_metodov_kontrolya_kachestva)
18. РД 03-606-03 // [Электронный ресурс] - 2020 - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901865879>
19. Ахумов А.В. Справочник нормировщика. – Л: Машиностроение, 1987. – 458 с.
20. Волков В.В. Нормирование сварочных материалов для дуговой сварки. – Издательство: ТПГК, 2017. – 48 с.
21. Порядок проектирования приспособления // [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://pereosnastka.ru/articles/poryadok-proektirovaniya-prisposoblenii>
22. Хайдарова А.А. Практикум по конструированию сварочных приспособлений. Учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 63 с.
23. Крампит Н.Ю. Проектирование сварочных цехов: Методические указания. Ю.: Изд-во ИПЛ ЮТИ ТПУ. – 2005. – 40 с.
24. Фонд рабочего времени на 2020 год (Россия) -[Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ppt.ru/news/142822/>. Дата обращения 05.2020

25. Планирование численности рабочего персонала- [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://www.aup.ru/books/m203/5\\_4.htm](http://www.aup.ru/books/m203/5_4.htm). Дата обращения 05.2020

26. Планирование численности рабочего персонала- [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/6164942/page:34/>. Дата обращения 05.2020

27. Гришагин В.М., Портола В.А., Фарберов В.Я. Охрана труда, безопасность и экологичность проекта. Учебно-методическое пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2006. – 177.

28. Гришагин В.М., Фарберов В.Я. Расчеты по обеспечению комфорта и безопасности: учебное пособие. Учебно-методическое пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2007. – 155 с.

29. Русак У. П /промышленная вентиляция: Учебное пособие по лабораторным, практическим и дипломным работам бакалавров и магистерским диссертациям. – Санкт-Петербург: Изд. СПбГЛТУ, 2011 – 30 с.