

**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 РАМЫ ПЕРЕКРЫТИЯ МКЮ.4У.5.21100**

УДК: 621.757:621.791:622.28-21

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А72	Асоев Хабибулло Хамзаалиевич		

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	Телипенко Е.В.	К.Т.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 – 2021 г.

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
<b>Универсальные компетенции</b>	
<b>УК(У)-1</b>	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
<b>УК(У)-2</b>	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
<b>УК(У)-3</b>	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
<b>УК(У)-4</b>	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
<b>УК(У)-5</b>	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
<b>УК(У)-6</b>	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
<b>УК(У)-7</b>	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
<b>УК(У)-8</b>	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>	
<b>ОПК(У)-1</b>	Умением использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.
<b>ОПК(У)-2</b>	Осознанием сущности и значения информации в развитии современного общества.
<b>ОПК(У)-3</b>	Владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации.
<b>ОПК(У)-4</b>	Умением применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий; умением применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении.
<b>ОПК(У)-5</b>	Способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.
<b>Профессиональные компетенции</b>	
<b>ПК(У)-5</b>	Умением учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании
<b>ПК(У)-6</b>	Умением использовать стандартные средства автоматизации проектирования при проектировании деталей и узлов

	машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями
<b>ПК(У)-7</b>	Способностью оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
<b>ПК(У)-8</b>	Умением проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений
<b>ПК(У)-9</b>	Умением проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений и их патентоспособности с определением показателей технического уровня проектируемых изделий
<b>ПК(У)-10</b>	Умением применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов в машиностроении и разрабатывать мероприятия по их предупреждению
<b>ПК(У)-11</b>	Способность обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий
<b>ПК(У)- 12</b>	Способность разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств
<b>ПК(У)- 13</b>	Способностью обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование
<b>ПК(У)- 14</b>	Способность участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции
<b>ПК(У)- 15</b>	Умением проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования
<b>ПК(У)-16</b>	Умением проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ
<b>ПК(У)-17</b>	Умением выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения
<b>ПК(У)-18</b>	Умением применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий
<b>ПК(У)-19</b>	Способностью к метрологическому обеспечению технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции

Студент гр. 10А72  
Руководитель ВКР

Асоев Х.Х.  
Крюков А.В.

**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. Ильяшенко  
(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
10А72	Асоеву Хабибулло Хамзаалиевичу

Тема работы:

Разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки рамы перекрытия  
МКЮ.4У.56.21.100

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b> <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Материалы преддипломной работы
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b> <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Обзор и анализ литературы</li><li>2. Объект и методы исследования</li><li>3. Разработка технологического процесса</li><li>4. Конструкторский раздел</li><li>5. Проектирование участка сборки-сварки</li><li>6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</li><li>7. Социальная ответственность</li></ol>

<p><b>Перечень графического материала</b> (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<p>1. ФЮРА.МКЮ.4У.56.21.020.00.000 СБ Рама перекрытия 2 листа (А1)  2. ФЮРА.000001.020.00.000 СБ Приспособление сборочно-сварочное 1 лист (А1)  3. ФЮРА.000002.020.00.000 ЛП План участка 1 лист (А1)  4. ФЮРА.000003.020.00.000 ЛП Система вентиляции участка 1 лист (А1)  5. ФЮРА.000004.020.00.000 ЛП Основы технико-экономические показатели 1 лист (А1)  6. ФЮРА.000005.020.00.000 ЛП Карта организации труда 1 лист (А1)  7. ФЮРА.000006.020.00.000 ЛП Технологическая схема сборки-сварки 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	Телипенко Е.В.
Социальная ответственность	Солодский С.А.

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


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

**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
10А72	Асоев Хабибулло Хамзаалиевич		

**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 2020 – 2021 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)
17.02.2021	Обзор литературы	10
15.03.2021	Объект и методы исследования	15
13.04.2021	Разработка технологического процесса	15
16.04.2021	Конструкторский раздел	15
20.04.2021	Проектирование участка сборки-сварки	15
25.04.2021	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
10.05.2021	Социальная ответственность	15

**Составил преподаватель:**

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

**СОГЛАСОВАНО:**

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

Юрга – 2021г.

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
10А72	Асоеву Хабибулло Хамзаалиевичу

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

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

Оценка стоимости производства по технологическому процессу рамы перекрытия МКЮ.4У.56.21.100

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

1. *Определение капитальных вложений в оборудование и приспособление*
2. *Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями*
3. *Определение затрат на основные материалы*
4. *Определение затрат на вспомогательные материалы*
5. *Определение затрат на заработную плату*
6. *Определение затрат на амортизацию и ремонт оборудования*

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

*При необходимости представить эскизные графические материалы к расчетному заданию*

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Телипенко Е.В.	к.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А72	Асоев Хабибулло Хамзаалиевич		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
10А72	Асоеву Хабибулло Хамзаалиевичу

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

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

<p><i>1. Описание технологического процесса, проектирование оснастки и участка сборки-сварки бесстыкового пути на предмет возникновения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, 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) чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)</li> </ul> <p><i>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, 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>
---	--

### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p><i>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i></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 (с ссылкой на соответствующий нормативно-технической документ);</li> <li>- предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные)</li> </ul> <p><i>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- механические опасности (источники, средства защиты);</li> <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>	<p><i>Действие выявленных вредных факторов на организм человека. Допустимые нормы (согласно нормативно-технической документации). Разработка коллективных и рекомендации по использованию индивидуальных средств защиты.</i></p> <p><i>Источники и средства защиты от существующих на рабочем месте опасных факторов (электробезопасность, термические опасности и т.д.). Пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</i></p>
---	--



<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- защита селитебной зоны</li> <li>- анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); - анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>- анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>	<p>Вредные выбросы в атмосферу</p>
<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>	<p>Перечень наиболее возможных ЧС на объекте</p>
<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; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны</li> </ul>	<p>Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</p>
<p><b>Перечень графического материала</b></p>	
<p>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</p>	<p>Система вентиляции участка</p>

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

**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
10А72	Асоев Хабибулло Хамзаалиевич		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа 125 с., 4 рисунков, 17 таблиц, 68 источников, 3 приложения, 8л графического материала.

Ключевые слова: технология, сварка, сварочное оборудование, рама перекрытия, приспособление, план участка, механизированная крепь промышленная безопасность, себестоимость.

Объектом изготовления является изготовление рамы перекрытия МКЮ.4У.56.21.100

Цель работы. Целью работы является разработка технологии изготовления рамы перекрытия и проектирование участка сборки-сварки изделия.

В процессе выполнения работ проводилось изучение составных деталей изделия, выбор метода сварки, сварочных материалов, определены нормы времени на выполнение операций, составление технологического процесса, расчет необходимого количества оборудования и численность рабочих.

В результате выполнения работы, подобрано сварочное оборудование, пронормированы сборочно-сварочные операции. посчитан коэффициент приведенных затрат.

Экономические показатели:

- капитальные вложения 3812493 руб;
- себестоимость продукции 151053900 руб;

## **Abstract**

Final qualifying work 125 p., 4 figures, 17 tables, 68 sources, 3 applications, 81 of graphic material.

Key words: technology, welding, welding equipment, floor frame, fixture, site plan, powered support, industrial safety, prime cost.

The object of manufacture is the manufacture of the ceiling frame MKYu.4U.56.21.100

Purpose of work. The aim of the work is to develop a technology for manufacturing a floor frame and design a site for assembly and welding of a product.

In the process of performing the work, the study of the component parts of the product, the choice of the welding method, welding materials were carried out, the norms of time for performing the operations, the preparation of the technological process, the calculation of the required amount of equipment and the number of workers were determined.

As a result of the work, welding equipment was selected, assembly and welding operations were normalized. the coefficient of reduced costs was calculated.

Economic indicators:

- capital investments 3812493 rubles;
- cost of production 151053900 rubles;

## Содержание

Введение	16
1. Обзор литературы	17
1.1 Основная часть	17
1.2 Механизированная сварка короткой дугой с короткими замыканиями	25
1.2 Сварка вертикальных швов	26
2 Объект и методы исследования	28
2.1 Описание сварной конструкции	28
2.2 Требования нд, предъявляемые к конструкции	28
2.2.1 Требования к подготовке кромок	28
2.2.2. Требование к сварке при прихватке	29
2.2.3 Требование к сборке сварного соединения	30
2.2.4 Требования к сварке	30
2.2.5 Требование к оформлению документации	32
2.2.6 Требование к контролю	33
2.3 Методы проектирования	37
2.4 Постановка задачи	38
3. Разработка технологического процесса	40
3.1 Анализ исходных данных	40
3.1.1 Основные материал	40
3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки	41
3.1.3 Выбор сварочных материалов	42
3.2 Расчёт технологических режимов	47
3.3. Выбор основного оборудования	47
3.4 Выбор оснастки	48
3.5 Составление схемы общей сборки. Определение рациональной степени разбиения конструкции на сборочные единицы	48
3.6 Выбор методов контроля. Регламент проведения. Оборудование	49
	12

3.6.1	Визуальный и измерительный контроль	50
3.6.2	Требования к выполнению визуального и измерительного контроля	51
3.6.3	Порядок выполнения визуального и измерительного контроля сварных соединений.	52
3.6.4	Ультразвуковой контроль	53
3.6.5	Подготовка поверхности к контролю	53
3.6.6	Капиллярный метод (метод красок)	54
3.6.7	Требования к выполнению капиллярного метода контроля	54
3.7	Разработка технологической документации	55
3.8	Техническое нормирование операций	57
3.9	Материальное нормирование	60
3.9.1	Расход металла	60
3.9.2	Расход сварочной проволоки	60
3.9.3	Расход защитного газа	60
3.9.4	Расход электроэнергии	61
4	Конструкторский раздел	62
4.1	Проектирование сборочно-сварочных приспособлений	62
4.2	Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений	63
4.3	Работа сборочно-сварочных приспособлений	64
5	Проектирование участка сборки-сварки	65
5.1	Состав сборочно-сварочного цеха	65
5.2	Расчет основных элементов производства	66
5.2.1	Определение количества необходимого числа оборудования	66
5.2.2	Определение состава и численности рабочих	68
5.3	Пространственное расположение производственного процесса	69
5.3.1	Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха	69
5.3.2	Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха	71
6	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	72
6.1	Финансирование проекта и маркетинг	72
6.2	Экономический анализ техпроцесса	72

6.2.1	Расчет капитальных вложений в производственные фонды	73
6.2.1.1	Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления	74
6.2.1.2	Капитальные вложения в подъемно-транспортное оборудование	75
6.2.1.3	Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями	75
6.2.2	Расчет себестоимости единицы продукции	76
6.2.2.1	Определение затрат на основные материалы	77
6.2.2.2	Определение затрат на сварочные материалы	77
6.2.2.3	Определение затрат на заработную плату	78
6.2.2.4	Определение затрат на заработную плату вспомогательных рабочих	79
6.2.2.5	Заработная плата административно-управленческого персонала	80
6.2.2.6	Определение затрат на силовую электроэнергию	80
6.2.2.7	Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования	81
6.2.2.8	Определение затрат на содержание помещения	82
6.3	Расчет технико-экономической эффективности	84
6.4	Основные технико-экономические показатели участка	84
6.5	Вывод	85
7	Социальная ответственность	86
7.1	Описание рабочего места	86
7.2.	Законодательные и нормативные документы	87
7.3	Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	88
7.4	Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды	93
7.5	Обеспечение требуемого освещения на участке	95
7.6	Охрана окружающей среды	96
7.7	Чрезвычайные ситуации	97
7.8	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	98

7.9 Вывод	100
Заключение	102
Библиография	103
Приложение А (Спецификация ФЮРА.МКЮ.4У.56.21.100.020.000)	110
Приложение Б (Спецификация сборочно-сварочного приспособления)	112
Приложение В (Технологический процесс)	113

Диск CD-R	В конверте на обложке
Графическая часть	На отдельных листах
ФЮРА.МКЮ.4У.56.21.100.020.000 СБ Рама перекрытие	Формат 2-А1
ФЮРА.000001.020.00.000 СБ Приспособление сборочно-сварочное	Формат А1 Формат А1
ФЮРА.000002.020.00.000 ЛП План участка	Формат А1
ФЮРА.000003.020.00.000 ЛП Система вентиляции участка	Формат А1
ФЮРА.000004.020.00.000 ЛП Основные и технико-экономические показатели	Формат А1
ФЮРА.000005.020.00.000 ЛП Карта организации труда	Формат А1
ФЮРА.000006.020.00.000 ЛП Схема изготовления рамы перекрытия	Формат А1

## **Введение**

Важной научно-технической проблемой есть создание экономичных, надежных и долговечных сварных конструкций, которые смогли бы работать на земле, под водой и в космосе, при большой разнице температур, в агрессивной среде и при интенсивном облучении. Больше половины валового национального продукта промышленно развитых стран создается при помощи сварки и родственных технологий. В сварочном производстве занято около 5 млн человек, большинство которых (70%-80%) выполняют электродуговые процессы. [1]

Сварка плавлением является основой сварочного производства.

Высокое качество сварки и производительность процесса зависит от защитного газа. Воздушная среда вокруг места сварки может содержать вредные примеси, частицы влаги, загрязнители. В результате при попадании воздуха в шов его коррозионная стойкость и прочность значительно снижаются, могут образоваться поры, измениться геометрические характеристики сварного соединения. Защитный газ соответственно защищает еще расплавленный сварной шов в процессе затвердевания от возможного окисления, влажности и других примесей в воздухе.

В качестве защитных газов используются инертные и активные газы. Наиболее распространенными защитными газами являются инертные газы гелий и аргон и активные – углекислый газ и кислород. Также могут использоваться их смеси.



## 1. Обзор литературы

### 1.1 Основная часть

Сварка металлов относится к таким технологическим процессам, на основе которых реконструируются целые отрасли промышленности, совершенствуются техника строительства, повышается производительность труда, улучшается качество изделий и снижается их себестоимость [2].

Одной из наиболее экономичных и эффективных разновидностей электродуговой сварки является сварка в углекислом газе [3].

При механизированном способе сварки в качестве наплавляемого металла используется сварочная проволока, которая в отличие от электрода не имеет покрытия, за счёт которого обеспечивается защита сварочной ванны от пагубного воздействия атмосферы. Недостатками способа ручной электродуговой сварки штучным электродом являются: малая производительность и низкое качество сварного соединения. Защитная газовая среда определяется в зависимости от категории сварного соединения и от вида свариваемых металлических поверхностей. Не менее важным обстоятельством отбора защитного газа служит его стоимость и доступность. В настоящее время, исходя из соображений экономической эффективности доминирующую часть рынка защитного газа, для механизированной сварки плавящимся электродом, занимает диоксид углерода ( $CO_2$ ) [4].

При сварке в  $CO_2$  защиту зоны сварки осуществляется потоком газа, подаваемым с помощью горелки к месту сварки. Источником нагрева при сварке в  $CO_2$  служит электрическая дуга, горящая между электродной проволокой подаваемой в зону сварки, и изделием. Дуга расплавляет кромки деталей и электродную проволоку, переходящую в виде капель на деталь, при этом образуется общая металлическая ванна. По мере перемещения дуги ванна затвердевает, образуя сварной шов, соединяющий кромки деталей [5].

Способ сварки в  $CO_2$  имеет следующие преимущества [2]:

- высокая концентрация энергии дуги;
- высокая проплавливающая способность дуги, что обеспечивает меньшую зону температурного влияния, большие скорости сварки и более высокую экономичность процесса;
- повышенная производительность труда;
- стойкость против образования пор и трещин, которая обусловлена газовой защитой атмосферой в зоне сварки;
- возможность визуального наблюдения формирования шва и высокая манёвренность процесса, который обеспечивают выполнение швов в любой конфигурации в различных пространственных положениях;
- возможность механизации и автоматизации всего цикла сварки.

Но при всех достоинствах данного способа сварки, имеется ряд существенных недостатков. Основным из которых, является нестабильность переноса электродного металла, приводящая к повышенному разбрызгиванию электродного металла [2, 5].

Однако такие весомые недостатки сварки в  $CO_2$  серийной сварочной проволокой как повышенное набрызгивание электродного металла, глубокое проплавление основного металла с усиленным валиком, не всегда удовлетворительные механические свойства металла шва, в особенности его ударной вязкости при отрицательных температурах.

Основными причинами нестабильности переноса электродного металла являются реактивные силы, выталкивающие капли металла за пределы шва; интенсивное газовыделение в объёме жидкого металла капли и сварочной ванны, сопровождающееся взрывообразными выбросами расплавленного металла из сварочной ванны. Газогидродинамический удар при разрушении перемычки между электродом и переходящей в сварочную ванну каплей при сварке с короткими замыканиями; увеличение размера капель переносимого электродного металла при повышенном напряжении и давлении плазменных потоков [6, 7].

На основании обобщения литературных данных, приведённых в работе [8] приведена классификация основных методов и способов совершенствования сварки плавящимся электродом в  $CO_2$ , схема которой представлена на рисунке 1.

Совершенствования сварки плавящимся электродом в  $CO_2$  можно вести по двум направлениям: химико-физическому и энергетическому.

Химико-физическое направление основано на воздействии на металлургические и энергетические процессы сварки путём изменения состава газовой среды.

Второе направление основано на воздействии на энергетические параметры режимов сварки [9].

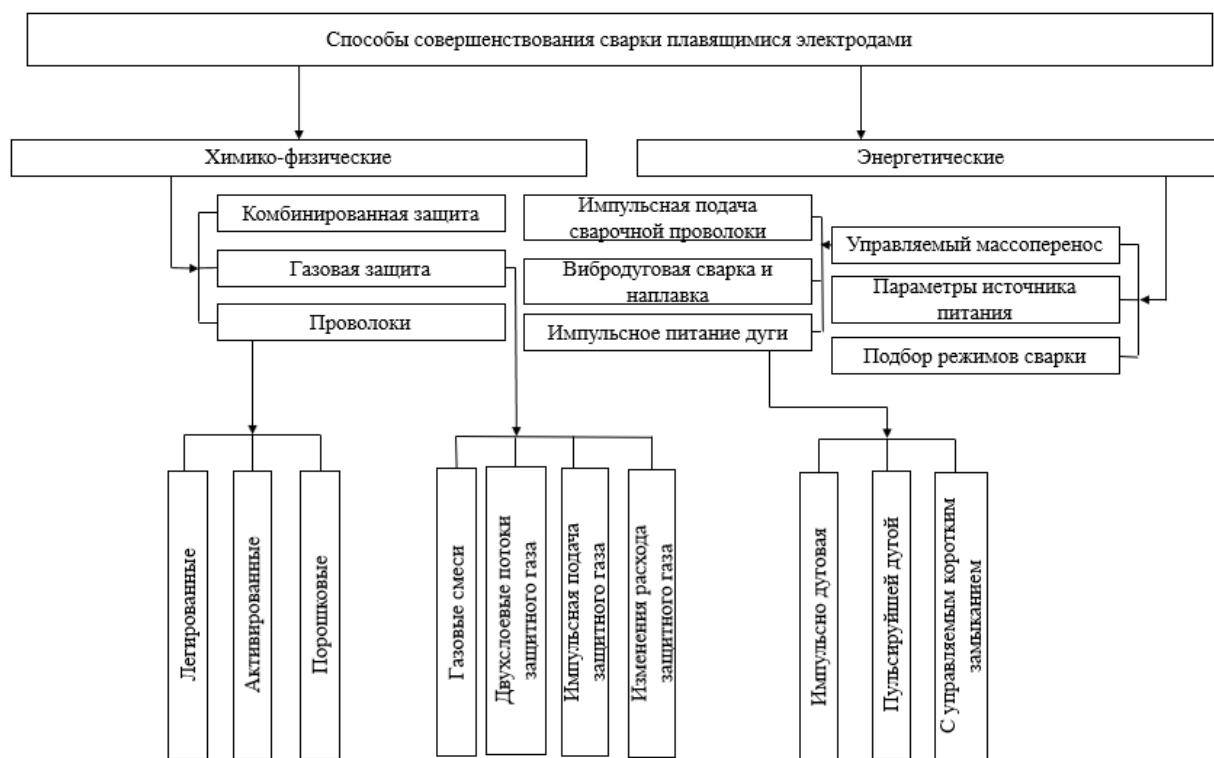


Рисунок 1 - Способы совершенствования сварки плавящимся электродом в  $CO_2$

Наибольший практический и экономический интерес представляет химико-физическое направление и, в частности, газовые смеси.

Изменяя состав газовой среды, можно в определённых пределах эффективно управлять технологическими характеристиками:

производительностью, величиной потерь электродного металла на разбрызгивание, формой и механическими свойствами металла шва, а также величиной проплавления основного металла [10].

Применение различных газовых смесей ( $Ar+He$ ,  $Ar+CO_2$ ,  $CO_2+O_2$ ,  $Ar+CO_2+O_2$ ) для дуговой сварки плавлением различных материалов в России началось с конца 80-х начала 90-х годов 19 в. [11, 12].

Исследованию влияния защитных газов на процесс сварки посвящено большое количество работ: Радько Э.П., Потапьевского А.Г., Островского О.М., Асниса А.Е., Иванова Е.Н., Гутмана Л.М., Воропай Н.М., Иванова Н.С., Новожилова Н.М., Новикова О.М. и др.

Основные газы и газовые смеси делятся:

- активные газы и на их основе смеси.
- инертные газы и на их основе смеси;

Из инертных газов при сварке наиболее широкое применение получили аргон и гелий. Исследованию защитной газовой среды в соотношении  $Ar+20\% CO_2$  при механизированной сварке уделено большое количество работ. Использование данного соотношения (в сравнении с  $100\% CO_2$ ) позволяет обеспечить лучшее формирование шва, уменьшить величину разбрызгивания электродного металла, повысить циклическую долговечность стыковых, тавровых, угловых видов сварных соединений в 1,8...3,92 раза [13-16].

Существуют исследования, в которых предложено повысить содержание аргона  $85\% Ar+15\% CO_2$  и использовать наряду с защитным газом активирующие флюсы. Использование активатора позволяет увеличить глубину проплавления как в сравнении со сваркой в  $CO_2$  (в 1,6 раза). Также изменяется форма сварного шва, а проплавление с пальцеобразного, характерного для процесса в чистом аргоне, изменяется на клинообразное [17].

Находят применения защитные газовые смеси содержащие в себе добавки кислорода. Использование газовой смеси  $70\% Ar+5\% O_2+25\% CO_2$

позволяет осуществлять сварку в вертикальных положениях, обеспечивая стабильный процесс сварки, высокие механические свойства с одновременным снижением величины разбрызгивания электродного металла [18].

В работе [19] предложено использовать смесь  $Ar+2...14\% O_2$ , при сварке плавящимся электродом алюминия и его сплавов. Данная смесь позволяет увеличить глубину проплавления и уменьшить пористость швов. Находит ограниченное применение и смеси с добавкой водорода при сварке цветным металлов [5].

Существует большое количество работ, посвящённых возможности применения активных газов (углекислый газ, кислород, азот). В данных работах в качестве основы используется углекислый газ, а дополнительно добавляется кислород, азот и водород [20-27].

Первоначально предложенная И. Масумото и Х. Секигучи смесь активных газов с добавлением кислорода нашла широкое применение при сварке низколегированных и углеродистых сталей [24].

Добавление кислорода за счёт уменьшения сил поверхностного натяжения приводит к повышению окислительной способности газовой среды, а также к росту массы капли и ее объёма [21]. Швы, выполненные при использовании кислорода, имеют высокие механические свойства, без образования кристаллизационных трещин [20,25,26].

В работе [24] в результате проведённых исследований по определению оптимального соотношения защитной газовой среды было установлено, что соотношение  $70\% CO_2+30\% O_2$  обеспечивает лучшее формирование шва.

Применение азота и водорода в дополнении с углекислым находит не столь широкое применение.

Азот используют в качестве защитной среды при сварке меди, по отношению к которой он является инертным газом.

В работе [26] предлагается вводить небольшое количество азота при сварке конструкций, работающих в условиях низких температур. В совокупности с электродной проволокой, содержащей нитридообразующие элементы (алюминий и титан) данная защитная газовая среда, обеспечивает увеличение вязкости металла шва.

Сварка плавящимся электродом в атмосфере водорода характеризуется низкой устойчивостью дуги и плохим формированием шва, образованием большого количества пор, поэтому водород в газовую смесь вводят минимально [30].

Решение научно-практической задачи, связанной с улучшением качества процесса дуговой сварки углеродистых сталей, а также его удешевления путём внедрения смеси защитных газов взамен классической защитной газовой среды является актуальным направлением, требующий адаптации существующих экономических расчётов под условия конкретного предприятия.

Использование смеси газов ( $Ar + CO_2$ ) объясняется желанием найти защитную среду, которая сочетала бы достоинства аргона и углекислого газа. Характер перенесения электродного металла и форма дуги и при сварке в смесях  $Ar + CO_2$  значительно зависят от состава смеси. При одном и том же режиме сварки в смесях с разной концентрацией  $CO_2$  перенос электродного металла может быть капельным без коротких замыканий, или с короткими замыканиями дугового отрезка, что кардинально влияет на объём трудоёмкости слесарных работ [9].

Для более качественной сварки углеродистых сталей в смеси защитных газов ( $Ar + CO_2$ ) необходимо проведение исследования влияния состава смеси на качество сварного соединения в сравнении со сваркой в среде активных газов ( $CO_2$ ), так как предписания по оптимальному составу смесей ( $Ar + CO_2$ ) у фирм, производящих газовые смеси, неоднозначные. По-видимому, это обусловлено жёстким противоборством за рынки продаж и

патентными соображениями, а также различиями в химическом составе сварочной проволоки и применяемых сталей [25].

Исследование влияния состава смеси на качество сварного соединения в сравнении со сваркой в среде активных газов включает в себя отработку режимов на сварочных образцах: материал образцов – сталь Ст3.сп. Размеры свариваемых образцов – 300x150 мм. Оработка режимов в смеси  $Ar + CO_2$  проводилась при концентрации  $Ar+18\% CO_2$ ,  $Ar+22\% CO_2$ ,  $Ar+25\% CO_2$ .

В ходе отработки режимов сварки было выявлено, что применение газовой смеси ( $Ar + CO_2$ ) позволяет повысить производительность труда за счет увеличения скорости сварки. Улучшается формирование шва – внешний вид. При применении механизированной сварки плавящимся электродом в смеси инертных и активных газов значительно увеличивается производительность. Анализ полученных данных механических испытаний на прочность и угол загиба показал, что наилучшие прочностные показатели имеют образцы, сваренные при концентрации  $Ar+18\% CO_2$ .

Переход от сварки в углекислом газе на сварку в смеси защитных газов, помимо превосходства в производительности и качестве требует дополнительных расходов из-за большей стоимости соответствующего оборудования и увеличения затрат на защитный газ. В связи с этим возникает вопрос о оправданности перехода к сварке в новой защитной газовой среде [18].

Для обоснования экономической эффективности и внедрения в производство смеси защитных газов взамен углекислого газа при сварке плавящимся электродом необходимо произвести экономический расчёт для отдельно взятой партии деталей, сваренной в различных защитных газовых средах, по следующим критериям:

- расход сварочной проволоки;
- расход защитного газа;
- трудоёмкость сварочных работ;

- трудоёмкость слесарных работ.

В ходе изучения литературы подобной тематики было выявлено, что при сварке углеродистых сталей плавящимся электродом в смеси газов ( $Ar + CO_2$ ) относительно сварки в среде активных газов ( $CO_2$ ) затраты на трудоёмкость слесарных работ снижаются на 66 %, по сварочным работам уменьшаются на 15 %.

Изучению специфики экономического расчета и норм расхода материалов при переходе к смеси защитных газов посвящено сравнительно малое количество работ. Из числа авторов самых значительных исследований по данной тематике можно выделить: Фивейского А.М., Шолохова М.А., Бузорина Д.С., С.Т. Римского. Главным недостатком в работах представленных авторов является отсутствие практической составляющей, которая должна подтверждать или опровергать теоретические расчёты по экономическим затратам на отдельно взятом предприятии после внедрения смеси защитных газов в производство.

Существует два способа сварки углеродистых сталей плавящимся электродом в смеси защитных газов:

- 1) с использованием смесителя;
- 2) с использованием баллонов с заранее подготовленной смесью.

В обоих случаях рассчитанная экономическая эффективность сводится к расчету срока окупаемости при покупке специализированного оборудования.

Проанализированы основные сварочно-технологические свойства защитных чистых газов и газовых смесей при сварке различных материалов плавящимся и неплавящимся электродом. Подчёркнуто, что знание свойств компонентов защитных газов позволяет сделать их рациональный выбор с точки зрения оптимизации процесса сварки, повышения показателей качества и служебных характеристик сварных изделий, улучшения условий труда и повышения его производительности, а также обеспечения экологической безопасности работ. На основании приведённых данных



сделан вывод, что в ближайшем и более отдалённом будущем этот способ останется одним из ведущих технологических процессов соединения материалов.

## **1.2 Механизированная сварка короткой дугой с короткими замыканиями**

Современные сварные конструкции требуют высоких показателей качества. И импульсные процессы – один из методов, помогающих добиться высокого качества. Они позволяют снизить разбрызгивание, что сказывается на внешнем виде сварных соединений и снижает затраты на последующую механическую обработку. Сниженное тепловложение позволяет вести сварку без прожогов, а также в положениях, отличных от нижнего [58].

Сейчас многие производители сварочного оборудования предлагают процесс сжатой, короткой дуги.

Форсированная дуга имеет ряд преимуществ перед дугой со струйным переносом:

- глубокое проплавление благодаря увеличенному давлению дуги на ванну жидкого металла;
- отсутствие подрезов благодаря короткой дуге;
- высокая производительность, обусловленная более высокой скорости сварочного процесса и увеличению коэффициенту наплавки (уменьшение числа проходов);
- уменьшение необходимой ширины разделки.

Процесс *SpeedArc* нацелен на повышение качества сварных соединений из толстолистового металла, связанного с обеспечением гарантированного проплавления в корне шва, а также *MIG/MAG* сварки в узкую разделку. Функция *SpeedArc* в отличие от стандартной струйной дуги поддерживает уверенный струйный процесс переноса металла более

короткой дугой. Дуга становится более сфокусированной, очень устойчивой. Благодаря высокому плазменному давлению в дуге обеспечивается более глубокое проплавление. При этом снижается тепловложение в основной металл и снижается вероятность возникновения таких дефектов, как подрезы [59].

Процесс короткой сфокусированной дугой с короткими замыканиями позволяют добиться сниженного разбрызгивания, глубокого проплавления и увеличения скорости сварки без потери качества сварных соединений. Область применения процесса сварки короткой дугой с короткими замыканиями:

- сварка толстолистового металла;
- сварка корневых швов;
- сварка в узкую разделку;
- сварка легированных сталей и сплавов.

## **1.2 Сварка вертикальных швов**

Импульсные процессы помогают в формировании шва при сварке вертикальных швов снизу-вверх. Возможность *MIG/MAG* сварки без сложных движений горелкой (техникой сварки «елочка» или поперечными колебаниями) достигается комбинированием двух технологий или, точнее, двух фаз сварочной дуги. Первая фаза – «горячая» фаза тока большой силы с высокой подачей энергии – для оптимального расплавления материала. Затем без переходов и, таким образом, практически без брызг наступает вторая, «холодная» фаза благодаря идеальному автоматическому регулированию.

Обычно сварка вертикальных швов требует от сварщика максимального умения и квалификации. Компания Шторм-*Lorch* для этой цели предлагает процесс *SpeedUp*. С функцией *SpeedUp* сварщику не нужно выполнять сложные движения горелкой (техникой сварки «елочка» или

поперечными колебаниями), ему необходимо лишь перемещать горелку вдоль стыка с постоянной скоростью. Сварочный аппарат выстроит алгоритм импульсов так, чтобы обеспечить уверенный провар корня и получить качественное формирование шва с плавным переходом на основной металл показан на рисунке 7 [60].

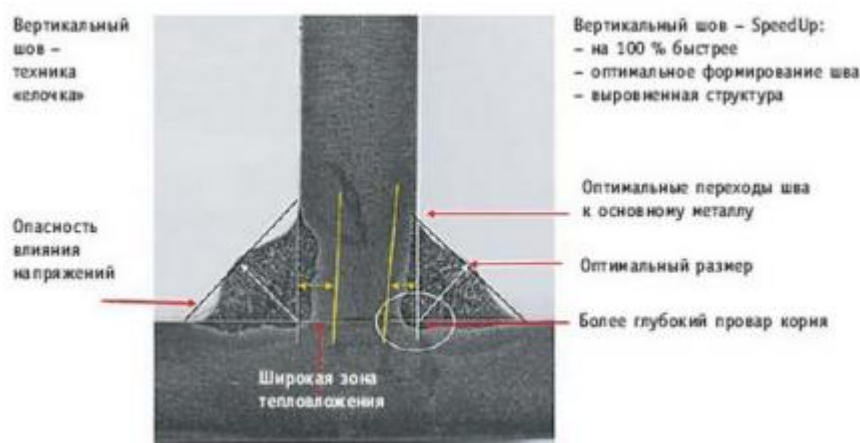


Рисунок 2 - Макрошлифы вертикального шва техникой “елочка” (слева) и техникой *SpeedUp* (справа)

### 1.3 Заключение

В данной выпускной квалификационной работе производится проектирование участка сборки и сварки рамы перекрытия горно-шахтной крепи ФЮРА.МКЮ.4У.56.21.100.020.00.000 СБ. В ходе проводимой работы необходимо получить производство с наибольшей степенью механизации и автоматизации производства, повышающей производительность и условия труда. Основываясь на приведенном выше анализе газов и смесей на их основе и современных способов импульсно-дуговой *MIG/MAG* сварки, целесообразно использовать смесь газов  $Ar+CO_2$  процессы сварки *SpeedArc* и *SpeedUp*.

## **2 Объект и методы исследования**

### **2.1 Описание сварной конструкции**

Изготавливаемое изделие – рама перекрытия крепи, представляет собой сварную конструкцию, которая передаёт распорное усилие крепи на кровлю механизированной крепи горно- шахтного оборудования.

Рама перекрытия подвергается большим статическим и циклическим нагрузкам. Конструкция изделия представлена на чертеже ФЮРА.МКЮ.4У.56.21.100.020.000 СБ. Габаритные размеры изделия 2340x275x1460. Масса, кг.: 1670.

### **2.2 Требования НД, предъявляемые к конструкции**

- ГОСТ 33164.1 – 2014 «Оборудование горно-шахтное. Крепи механизированные. Секции крепи. Общие технические условия» [31].

- СП 53-101-98 «Изготовление и контроль качества стальных строительных конструкций» [32].

- Приказ от 11 декабря 2020 года N 519 Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности “Требование к производству сварочных работ на опасных производственных объектах” [61].

#### **2.2.1 Требования к подготовке кромок**

Зазор и смещение кромок деталей, собранных под сварку, должны соответствовать требованиям ГОСТ 14771 [33].

### 2.2.2. Требование к сварке при прихватке

Закрепление деталей при сборке следует осуществлять прихватками. При выполнении прихваток необходимо соблюдать следующие требования:

- прихватки собираемых деталей в конструкции необходимо располагать только в местах наложения сварных швов;

- катет шва прихваток назначают минимальным в зависимости от толщины соединяемых элементов согласно СП 53-101-98 «Изготовление и контроль качества стальных строительных конструкций» СНиП II-23-81 «Стальные конструкции»;

- длина сварного шва прихватки должна быть не менее 30 мм, расстояние между прихватками - не более 500 мм, количество прихваток на каждой детали - не менее двух;

- сварочные материалы для прихваток должны обеспечивать качество наплавленного металла, соответствующее качеству металла сварных швов по проектной документации;

- прихватки выполняют рабочие, имеющие право доступа к сварочным работам;

- при сборке конструкций большой массы размеры и расстановку прихваток определяет технологическая документация с учетом усилий, возникающих при кантовке и транспортировании.

Собранные конструкции должны быть замаркированы белой масляной краской с указанием номера заводского заказа, номера чертежа, марки сборочной единицы и ее порядкового номера изготовления. Маркировку можно осуществлять с помощью бирок, закрепляемых на изделии [32].

### **2.2.3 Требование к сборке сварного соединения**

В процессе сборки необходимо выдерживать геометрические размеры конструкций, расположение групп отверстий, зазоры между торцами деталей и совмещение их плоскостей в местах соединений, подлежащих сварке, центрирование стержней в узлах решетчатых конструкций, плотность примыкания деталей друг к другу в местах передачи усилий путем плотного касания.

Предельные отклонения геометрических размеров сборочной единицы, передаваемой для сварки, не должны превышать допустимые отклонения, приведенные в проектной документации [32].

### **2.2.4 Требования к сварке**

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

Сварку конструкций следует выполнять только после проверки правильности сборки конструкций производственным или контрольным мастером.

Сварку стальных конструкций следует осуществлять по разработанному на предприятии технологическому процессу, оформленному в виде типовых или специальных технологических инструкций, карт и т.п., в которых должны учитываться особенности и состояние производства.

Оборудование для сварки должно обеспечивать возможность эффективного выполнения сварных соединений по технологическому регламенту, разработанному на предприятии. Стабильность параметров

режима, заданного в технологическом регламенте, которая обеспечивается оборудованием, должна оцениваться при операционном контроле процесса сварки. Контроль работы оборудования, включая поверку установленных на нем измерительных приборов, необходимо проводить в рамках действующей на предприятии системы управления качеством производства.

В зависимости от преобладающей номенклатуры производства и специализации завода-, источники питания сварочным током и т.д.) сборочно-сварочные цехи и участки должны быть оснащены стендами, кантователями, манипуляторами и другими изготовителя металлоконструкций наряду с универсальным сварочным оборудованием (автоматы, полуавтоматы устройствами, обеспечивающими условия для высокой производительности и стабильного качества продукции сварочного производства.

Свариваемые кромки и прилегающая к ним зона металла шириной не менее 20 мм, а также кромки листов в местах примыкания выводных планок перед сборкой должны быть очищены от влаги, масла, грата и загрязнений до чистого металла. Непосредственно перед сваркой при необходимости очистка должна быть повторена, при этом продукты очистки не должны оставаться в зазорах между собранными деталями.

Сварку следует производить, как правило, в пространственном положении, удобном для сварщика и благоприятном для формирования шва (нижнее, "в лодочку"). При этом не допускается чрезмерно большой объем металла шва, наплавляемого за один проход, чтобы избежать не сплавления шва со свариваемыми кромками.

Выполнение каждого валика многослойного шва допускается производить после очистки предыдущего валика, а также прихваток от шлака и брызг металла. Участки слоев шва с порами, раковинами и трещинами должны быть удалены до наложения следующего слоя.

Отклонения размеров швов от проектных не должно превышать значений, указанных в ГОСТ 14771, ГОСТ 23518. 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.

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 [32].

### **2.2.5 Требование к оформлению документации**

Документация должна быть оформлена в соответствии требованиям:

- ГОСТ 2.105-2019 ЕСКД. «Общие требования к текстовым документам».
- ГОСТ 3.1502-85 «Единая система технологической документации (ЕСТД). Формы и правила оформления документов на технический контроль».
- ГОСТ 3.1119-83 «Единая система технологической документации (ЕСТД). Общие требования комплектности и оформлению комплектов документов на единичные технологические процессы».
- ГОСТ 3.1407-86 «Единая система технологической документации (ЕСТД). Формы и требования к заполнению и оформлению документов на технологические процессы, специализированные по методам сборки».
- ГОСТ 3.1705-81 «Единая система технологической документации (ЕСТД). Правила записи операции переходов».



## 2.2.6 Требование к контролю

Перед подачей конструкции на сварку следует произвести контроль качества сборки и при необходимости исправить имеющиеся дефекты.

Обязательному контролю подлежит соответствие геометрических размеров сборочных единиц проектной документации, а также требованиям соответствующих ГОСТ на узлы соединений деталей сборочных единиц, подлежащих сварке

Контроль качества сварных соединений должен проводиться в рамках системы управления качеством продукции, разработанной на предприятии, в которой установлены области ответственности и порядок взаимодействия технических служб и линейного персонала.

Контроль качества содержит две последовательно осуществляемые группы мероприятий: операционный контроль, приемочный контроль

Операционный контроль проводится по всем этапам подготовки и выполнения сварочных работ, основные положения которых изложены в СП 53-101- 98 «Изготовление и контроль качества стальных строительных конструкций», а именно: подготовка и использование сварочных материалов, подготовка кромок под сварку, сборка, технология сварки, надзор за наличием и сроками действия удостоверений сварщиков на право выполнения сварочных работ и соответствием выполняемых работ присвоенной квалификации.

Контроль за соблюдением требований к технологии и технике сварки должен осуществляться на соответствие требованиям технологических инструкций и технологических карт, разработанных на предприятии, в которых должна учитываться специфика используемого оборудования и контрольно-измерительных приборов. При этом стабильность работы оборудования должна являться самостоятельным объектом операционного контроля.

Методы и объемы контроля применяются в соответствии с указаниями настоящего документа, если в проектной документации не даны иные требования. По согласованию с проектной организацией могут быть использованы другие эффективные методы контроля взамен или в дополнение с указанными.

В зависимости от конструктивного оформления, условий эксплуатации и степени ответственности швы сварных соединений разделяются на I, II и III категории. Методы и объемы контроля качества сварных соединений указаны в таблице 2.1 и 2.2 [32].

Таблица 2.1 - Тип швов сварных соединений

Категория швов сварных соединений	Тип швов сварных соединений и характеристика условий их эксплуатации
I	<p>1. Поперечные стыковые швы, воспринимающие растягивающие напряжения <math>\sigma_p \geq 0,85R_y</math> (в растянутых поясах и стенках балок, элементов ферм, стенках резервуаров и газгольдеров и т.п.).</p> <p>2. Швы тавровых, угловых, нахлесточных соединений, работающие на отрыв, при растягивающих напряжениях, действующих на прикрепляемый элемент <math>\sigma_p \geq 0,85R_y</math>, и при напряжениях среза в швах <math>\tau_{уш} \geq 0,85R_{wf}</math>.</p> <p>3. Швы в конструкциях или в их элементах, относящихся к I группе по классификации СНиП II-23-81*, а также в конструкциях II группы в климатических районах строительства с расчетной температурой ниже минус 40 °С (кроме случаев, отнесенных к типам 7-12)</p>

продолжение таблицы 2.1

<p>II</p>	<p>4. Поперечные стыковые швы, воспринимающие растягивающие напряжения <math>0,4R_y \leq \sigma_p &lt; 0,85R_y</math>, а также работающие на отрыв швы тавровых, угловых, нахлесточных соединений при растягивающих напряжениях, действующих на прикрепляемый элемент <math>\sigma_p &lt; 0,85R_y</math>, и при напряжениях среза в швах <math>\tau_{уш} &lt; 0,85R_{уш}</math> (кроме случаев, отнесенных к типу 3).</p> <p>5. Расчетные угловые швы, воспринимающие напряжения среза <math>\tau_{уш} \geq 0,75R_{уш}</math>, которые соединяют основные элементы конструкций II и III групп (кроме случаев, отнесенных к типам 2 и 3).</p>
<p>III</p>	<p>6. Продольные стыковые швы, воспринимающие напряжения растяжения или сдвига.</p> <p>7. Продольные (связующие) угловые швы в основных элементах конструкций II и III групп, воспринимающие растягивающие напряжения (поясные швы элементов составного сечения, швы в растянутых элементах ферм и т.д.).</p> <p>8. Стыковые и угловые швы, прикрепляющие к растянутым зонам основных элементов конструкций узловые фасонки, фасонки связей, упоры и т.п.</p> <p>9. Поперечные стыковые швы, воспринимающие сжимающие напряжения.</p> <p>10. Продольные стыковые швы и связующие угловые швы в сжатых элементах конструкций.</p> <p>11. Стыковые и угловые швы, прикрепляющие фасонки к сжатым элементам конструкций.</p> <p>12. Стыковые и угловые швы во вспомогательных элементах конструкций (конструкции IV группы)</p>

Таблица 2.2 - Методы и объемы контроля качества сварных соединений

Метод контроля ГОСТ	Тип контролируемых швов по таблице 8	Объем контроля	Примечания
Внешний осмотр и измерения	Все	100%	Результаты Контроля швов типов 1-5 по таблице 8 должны быть протоколом
Ультразвуковой (ГОСТ 14782)	1 и 2	100%	-
Радиографический (ГОСТ 7512)	3	10%	Без учета объема, предусмотренного для швов типов 1 и 2
	4	5%	То же
	5 и 8	1%	"
Механические испытания (ГОСТ 6996)	Тип контролируемых соединений, объем контроля и требования к качеству должны быть оговорены в проектной документации с учетом 12.2 настоящего документа		

продолжение таблицы 2.2

Примечания

1 Методы и объем контроля сварных соединений в узлах повышенной жесткости, где увеличивается опасность образования трещин, должны быть дополнительно указаны в проектной документации.

2 В конструкциях и узлах, характеризующихся опасностью образования холодных и слоистых трещин в сварных соединениях, контроль качества следует производить не ранее, чем через двое суток после окончания сварочных работ.

Контроль должен осуществляться на основании требований соответствующих стандартов и нормативно-технической документации. Заключение по результатам контроля должно быть подписано дефектоскопистом, аттестованным на уровень не ниже 2-го разряда.

Сварные швы, для которых требуется контроль с использованием физических методов (ультразвукового, капиллярного, механических испытаний и др.), и объем такого контроля должны быть отмечены в проектной документации в соответствии с требованиями стандарта предприятия, разрабатывающего чертежи.

Выборочному контролю в первую очередь должны быть подвергнуты швы в местах их взаимного пересечения и в местах с признаками дефектов. Если в результате выборочного контроля установлено неудовлетворительное качество шва, контроль должен быть продолжен до выявления фактических границ дефектного участка.

Контроль должен производиться до окрашивания конструкций [32].

### **2.3 Методы проектирования**

Проектирование – это практическая деятельность, целью которой является поиск новых решений, оформленных в виде комплекта

документации. Процесс поиска представляет собой последовательность выполнения взаимообусловленных действий, процедур, которые, в свою очередь, подразумевают использование определенных методов. Методы проектирования, применяемые в дипломной работе:

Обзор литературы — это часть исследования, в которой был рассмотрен обзор существующей литературы по теме газовые смеси для механизированной сварки в среде защитных газов

Расчетным методом рассчитываются технологические режимы, элементы сборочно-сварочных приспособлений, техническое и материальное нормирование операций, вентиляция, экономическая часть.

Проектировочным методом был спроектирован участок сборки-сварки основания, сборочно-сварочное приспособление

## **2.4 Постановка задачи**

Целью работы является разработка технологического процесса сборки сварки рамы перекрытия ФЮРА.МКЮ.4У.56.21.100.020.000 СБ. обеспечивающей высокий уровень качества, оптимальные уровни механизации и автоматизации производства.

Для этого требуется решить следующий ряд задач:

- 1) произвести выбор наиболее эффективного метода сварки и сварочных материалов;
- 2) рассчитать режимы сварки и выбрать необходимое сварочное оборудование;
- 3) произвести техническое нормирование операций, материальное нормирование;
- 4) определить потребный состав всех основных элементов производства;

5) произвести расчёт и конструирование оснастки, планировку участка сборки и сварки.

6) разработать участок сборки и сварки рамы перекрытия;

### 3. Разработка технологического процесса

#### 3.1 Анализ исходных данных

##### 3.1.1 Основные материал

Используемый материал деталей – стали:

- 14ХГ2САФД ГОСТ 19903-2015 «Прокат листовой горячекатаный. Сортамент»,
- 10ХСНД ГОСТ 19281-2014 «Прокат повышенной прочности. Общие технические условия»,
- 35Л ГОСТ 977-88 «Отливки стальные. Общие технические условия»,
- 09Г2С ГОСТ 19281-2014 «Прокат повышенной прочности. Общие технические условия».

Выбор этих сталей обусловлен необходимостью высокой надежности и прочности. Химический состав и механические свойства сталей приведены в таблицах 3.1 и 3.2

Таблица 3.1 - Химический состав сталей в [34-37] %

В процентах, не более

Массовая доля элементов	Марка стали			
	14ХГ2САФД	10ХСНД	35Л	09Г2С
<i>C</i>	0,12 - 0,18	0,08 - 0,12	0,32 – 0,4	0,12
<i>Si</i>	0,4 - 0,7	0,8 – 1,1	0,2 – 0,52	0.5 - 0.8
<i>Mn</i>	1,4 - 1,9	0,5 – 0,8	0,4 – 0,9	1,3 – 1,7
<i>S</i>	0,02	0,04	0,045	0.04
<i>P</i>	0,035	0,035	0,04	0.035
<i>Cr</i>	0,5 - 0,8	0,6 – 0,9	0,3	0.3
<i>Ni</i>	0,3	0,5 – 0,8	0,3	0.3



продолжение таблицы 3.1

<i>Cu</i>	0,1 – 0,4	0,4 – 0,6	0,3	0.3
<i>As</i>	-	0,08	-	0.08
<i>Al</i>	0,01 – 0,05	-	-	-
<i>V</i>	0,04 – 0,08	-	-	-
<i>N</i>	0,01 – 0,02	0,008	-	0.008

Таблица 3.2 - Механические свойства сталей [34-37].

Марка стали	Предел прочности $\sigma_b$ , МПа	Предел текучести $\sigma_T$ ,	Относительное удлинение $\delta_5$ , %	Ударная вязкость, $a_n$ Дж/см <sup>2</sup>
14ХГ2САФД	590 - 835	490 - 735	16	59
10ХСНД	530 - 685	390	19	39
35Л	500	280	15	35
09Г2С	490	265 - 365	21	64

### 3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки

Для сталей 14ХГ2САФД, 10ХСНД, 35Л, 09Г2С рекомендуются следующие способы сварки: ручная дуговая сварка, механизированная сварка в защитных газах, автоматическая дуговая сварка под флюсом, электрошлаковая сварка.

На основании проведённого обзора используем (смесь двуокиси углерода с аргоном в соотношении 18% двуокиси углерода к 82% аргона) согласно ГОСТ Р ISO 14175 - М21. Использование данного соотношения (в сравнении с 100% CO<sub>2</sub>) позволяет обеспечить лучшее формирование шва, уменьшить величину разбрызгивания электродного металла, повысить циклическую долговечность стыковых, тавровых, угловых видов сварных соединений в 1,8...3,92 раза [38].

В условиях цеха рекомендуется механизированные способы сварки. Выбираем механизированную сварку в среде защитных газов (смесь газов  $Ar+CO_2$ ) плавящимся электродом.

### 3.1.3 Выбор сварочных материалов

По рекомендациям конструкторской документации выберем сварочную проволоку Св-08ГСМТ по ГОСТ 2246 – 70.

При механизированной сварке в защитных газах электродная проволока – единственный материал, через который возможно изменять свойства и состав металла шва. Выбираем сварочную проволоку Св-08ГСМТ ГОСТ 2246 – 70 «Проволока стальная сварочная. Технические условия» с повышенным содержанием элементов раскислителей титана и молибдена чтоб повысить пластические свойства металла [39].

Проволока Св-08ГСМТ по ГОСТ 2246 – 70 выпускаются диаметром от 0,3 до 12 мм. На рабочее место проволока подаётся в кассетах, намотанных на специальных станках. Химический состав и механические свойства металла шва приведены в таблицах 3.3 и 3.4.

Таблица 3.3 - Химический состав проволоки по ГОСТ 2246-70 [40].

В процентах, не более

Марка проволоки	Химический состав								
	C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	Ti	S	P
								Не более	
Св-08ГСМТ	0,06 – 0,11	1,0 – 1,3	0,4 – 0,7	≤ 0,3	≤ 0,3	0,2 – 0,4	0,05 – 0,12	≤ 0,025	≤ 0,03

Таблица 3.4 - Механические свойства металла шва [62].

Марка проволоки	Временное сопротивление на разрыв, МПа	Предел текучести, МПа	Относительное удлинение, %	Ударная вязкость Дж/см <sup>2</sup>	
				KCU -40°	KCU -60°
Св-08ГСМТ	560	690	23	65-70	50-55

Для подогрева металла в качестве горючих газов могут быть использованы ацетилен, водород, природный и нефтяной газ, пары бензина и керосина. Наибольшее применение получил ацетилен, так как он дает при горении в технически чистом кислороде самую высокую температуру пламени, достигающую 3150 °С. От температурного показателя, которого может достигать полученное с помощью технического газа пламя, зависит время выполнения работы. Поэтому он очень важен для процесса нагрева поверхности. В этом отношении хороших показателей можно достигнуть, используя ацетилен. Для подогрева будем использовать ацетиленовую горелку Г2-06 А. Состав кислорода и свойства ацетилена приведены в таблице 3.5 и 3.6.

Таблица 3.5 - Состав кислорода по ГОСТ 5583 – 78

В процентах, не менее

Кислород технический	Содержание кислорода
Сорт I	99,7
Сорт II	99,5
Сорт III	99,2

Таблица 3.6 - Свойства ацетилена

Максимальное температура пламени, °С		Пределы взрываемости (%) газов и паров жидкости в смеси	
с воздухом	с кислородом	с воздухом	с кислородом
2325	3150	1,5 – 100	1,5 – 100

При выборе материалов один из главных критериев — это свариваемость основного металла. Свариваемость – способность металла образовывать качественные сварные соединения, удовлетворяющие эксплуатационным требованиям конструкции. Различают физическую и технологическую свариваемость.

Физическая свариваемость металлов – свойство материалов давать монолитное соединение, т.е. способность их к взаимной кристаллизации с образованием твердых растворов, химических соединений и мелкодисперсных смесей фазовых составляющих (эвтектик). Эти процессы происходят на границе основного и наплавленного металла и характеризуют свариваемость с точки зрения возможности образования металлической связи и принципиальной возможности получения неразъемных сварных соединений.

Технологическая свариваемость металлов – технологическая характеристика металла, определяющая его реакцию на воздействие сварки и способность образовывать неразъемное сварное соединение с заданными эксплуатационными свойствами с наименьшими затратами. То есть она отражает технологическую реакцию материала на тепловое, силовое и металлургическое воздействие сварки.

Свариваемость металла зависит от его химических и физических свойств, типа кристаллической решетки, степени легирования, наличия примесей и ряда других факторов.

Свариваемость сталей оценивается по следующим показателям:

- склонность металла шва к образованию горячих и холодных трещин;
- склонность к изменению структуры в околошовной зоне и к образованию закалочных структур;
- физико-механические качества сварного соединения (прочность, пластичность, ударная вязкость и т.п.);
- соответствие специальных свойств сварного соединения требованиям технических условий на конструкцию (коррозионная стойкость,

жаростойкость, жаропрочность, сопротивление хрупкому разрушению при низких температурах и т.п.).

Наибольшее влияние на свариваемость сталей оказывает углерод. Свариваемость ухудшается при увеличении содержания углерода, а также ряда других элементов. Для изготовления сварных конструкций в основном применяют конструкционные низкоуглеродистые, низколегированные и легированные стали. Главными трудностями при сварке легированных сталей является их склонность к образованию закалочных структур, горячих и холодных трещин, а также ухудшение механических свойств – в первую очередь снижение пластичности в зоне сварного соединения. Чем выше содержание углерода в стали, тем сильнее проявляются эти недостатки, и тем труднее обеспечить необходимые свойства соединения [40].

По свариваемости стали разделяют на 4 группы:

I группа – хорошо сваривающиеся стали;

II группа – удовлетворительно сваривающиеся стали;

III группа – ограниченно сваривающиеся стали;

IV группа – плохо сваривающиеся стали.

Основными признаками, характеризующие свариваемость сталей являются: механические свойства сварного соединения и склонность к образованию трещин.

Для определения стойкости металла против образования трещин определяют эквивалентное содержание углерода по формуле [41]:

$$HCS = \frac{C(S + P + 0.04Si + 0.01Ni) \cdot 10^3}{3Mn + Cr + Mo + V} \quad (3.1)$$

где символ каждого элемента обозначает максимальное содержание его в металле (по техническим условиям или стандарту) в процентах. Если Фактор склонности  $HCS$  больше 4, то для обеспечения стойкости околошовной зоны против образования околошовных трещин и закалочных структур следует применять предварительный подогрев, а в ряде случаев и последующую термообработку свариваемого металла.

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 14ХГ2САФД

$$HCS = \frac{0.15(0.02 + 0.035 + 0.04 \cdot 0.5 + 0.01 \cdot 0.3) \cdot 10^3}{3 \cdot 1.6 + 0.6 + 0.06} = 2.14$$

2.14 < 4 не склонен

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 10ХСНД:

$$HCS = \frac{0.10(0.04 + 0.035 + 0.04 \cdot 0.8 + 0.01 \cdot 0.5) \cdot 10^3}{3 \cdot 0.8 + 0.8} = 3,5$$

3,5 < 4 не склонен

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 35Л

$$С_{экв} = 0,35 + (1/9) + (1/9) + (0.3/18) = 0.58 \%$$

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 09Г2С

$$HCS = \frac{0.12(0.04 + 0.035 + 0.04 \cdot 0.6 + 0.01 \cdot 0.3) \cdot 10^3}{3 \cdot 1,5 + 0,3} = 2,55$$

2,55 < 4 не склонен

Считаем подогрев для стали 35Л [42].

$$T = 750CET - 150 \quad (3.2)$$

$$T = 750 \cdot 0.58 - 150 = 285^\circ\text{C}$$

14ХГ2САФД – легированная высокопрочная износостойкая мартенситно – бейнитная сталь, относится к II группе свариваемости.

10ХСНД - низколегированная конструкционная сталь, относится к I группе свариваемости.

35Л - Сталь для отливок обыкновенная, относится к III группе свариваемости. Рекомендуется подогрев и последующая термообработка.

09Г2С - Сталь конструкционная низколегированная, относится к I группе свариваемости.

Вывод используемые для изготовления стали удовлетворяют требованиям применяемости механизированной сварки в среде защитных газов.

### 3.2 Расчёт технологических режимов

С приходом синергетического управления, процесс сварки стал проще. Для настройки сварщику необходимо только выбрать металл, диаметр проволоки и используемый защитный газ. Далее выбирается толщина свариваемого металла, а все остальные параметры, в том числе напряжение и скорость подачи проволоки, выставляется аппаратом самостоятельно. В процессе сварки вручную сварщик лишь корректирует скорость подачи проволоки

### 3.3. Выбор основного оборудования

Для сварочных операций выбираем следующее оборудование обеспечивающее процесс *SpeedArc* и *SpeedUp* технические характеристики сварочного аппарата приведены в таблице 3.7

Таблица 3.7 технические характеристики сварочного аппарата *Lorch P 5500* [45].

Диапазон регулирования сварочного тока, А	30 – 550
Сварочный ток при ПВ 100%, А	400
Сварочный ток при ПВ 60%, А	500
ПВ при максимальном токе, %	30
Сетевое напряжение, В	3~400
Допустимый перепад сети, %	±15
Сетевой предохранитель инерционный, А	32
Габаритные размеры источника с подающим механизмом (Д*Ш*В), мм	1116*445*855
Масса источника, с газовым охлаждением, кг	107.3
Масса подающего механизма, кг	20.2

### **3.4 Выбор оснастки**

В настоящее время одной из основных задач, стоящих перед сварочным производством, является автоматизация и механизация производственных процессов изготовления изделий, решение которых повлияет на повышение производительности труда.

Для сборки – сварки рамы перекрытия горно-шахтной крепи ФЮРА.МКЮ.4У.56.21.100.020.000 СБ требуется разработать приспособление, которое обеспечит соосность и точное взаимное расположение деталей собираемого изделия и фиксацию размеров. В дальнейшей работе для проектирования приспособления рационально использовать универсальное сборочное приспособление (упоры, винтовые прижимы, распорки, листы и валы технологические)

В проектируемом участке предлагается использовать строп, кран-балку, для поднятия и перемещения деталей и кран мостовой для сборочных единиц, манипулятор сварочный МС-30

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

Схема общей сборки рамы перекрытия МКЮ.4У.56.21.100.020.000 СБ представлен в рисунке 3



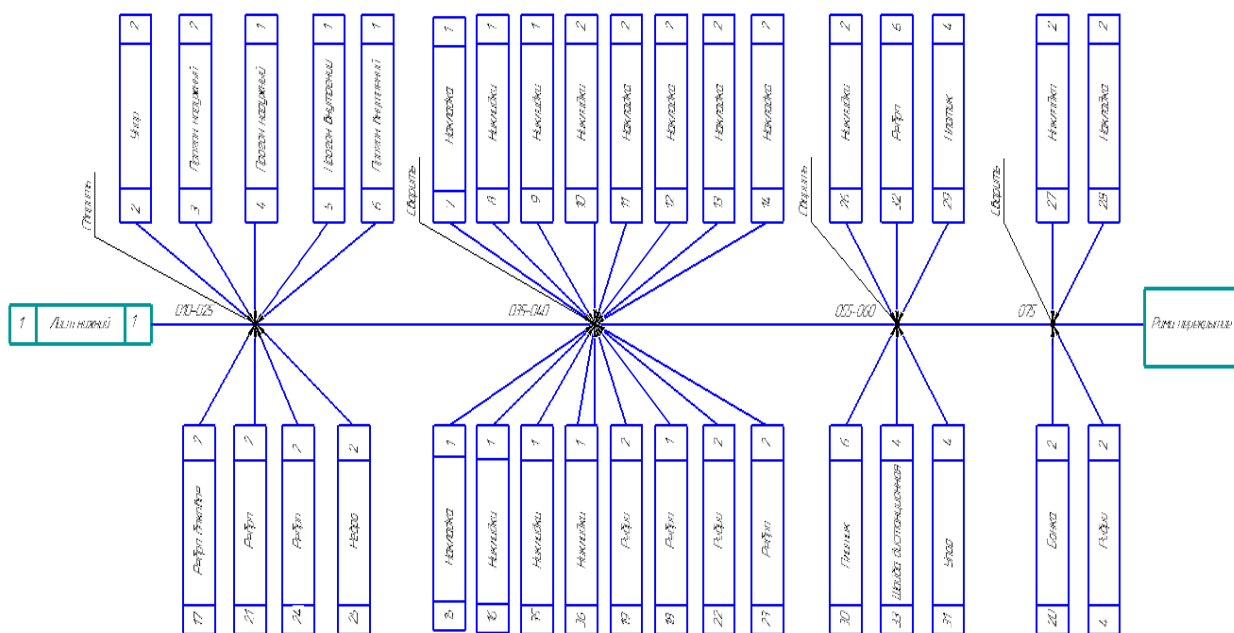


Рисунок – 3 общая схема сборки рамы перекрытия

При изготовлении рамы перекрытия выбираем основным элементом лист нижний, на которую устанавливаем все детали в порядке установки.

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

Качество сварных изделий зависит от соответствия материала техническим условиям, состояния оборудования и оснастки, правильности и уровня отработки технологической документации, соблюдения технологической дисциплины, а также квалификации работающих.

Сварные конструкции контролируют на всех этапах их изготовления, форма и размеры сварных соединений (зазоры), чистота поверхностей, образующих сварное соединение, основные размеры, определяющие работоспособность конструкции. Кроме того, систематически проверяют приспособления и оборудование. При предварительном контроле подвергаются проверке основные и вспомогательные материалы, устанавливается их соответствие чертежу и техническим условиям [46].

При готовой сборочной единицы контролю подлежит:

- 100 % осмотр сварных швов (визуальный и измерительный контроль);
- 100% ультразвукового контроля УЗК
- контроль капиллярный обозначенных швов согласно указаниям, в конструкторской документации;

На участке сборки и сварки рамы перекрытия ФЮРА.МКЮ.4У.56.21.100.020.000 СБ используются следующие методы контроля качества:

- ВИК (визуально и измерительный контроль) по РД 03.606.03. Для проведения визуального и измерительного контроля выбираем комплект ВИК “Эксперт”.
- УЗК для проведения ультразвукового контроля выбираем дефектоскоп А1212 МАСТЕР.
- Капиллярная дефектоскопия (метод красок) по ГОСТ 18442-80 согласно техническим требованиям, проверяют отмеченные швы

### **3.6.1 Визуальный и измерительный контроль**

Визуальный и измерительный контроль (ВИК) относится к числу наиболее дешевых, быстрых и в тоже время информативных методов неразрушающего контроля. Данный метод является базовыми и предшествует всем остальным методам дефектоскопии. Внешним осмотром (ВИК) проверяют качество подготовки и сборки заготовок под сварку, качество выполнения швов в процессе сварки, а также качество основного металла. Цель визуального контроля – выявление вмятин, заусенцев, ржавчины, прожогов, наплывов, и прочих видимых дефектов.

Визуальный и измерительный контроль может проводиться с применением простейших измерительных средств, в том числе

невооруженным глазом или с помощью визуально-оптических приборов до 20ти кратного увеличения, таких как лупы, эндоскопы и зеркала. Несмотря на техническую простоту, основательный подход к проведению визуального и измерительного контроля, предусматривает разработку технологической карты - документа, в котором излагаются наиболее рациональные способы и последовательность выполнения работ [47]

### **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, роликоопорами 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  $30^\circ$  к плоскости объекта контроля и с расстояния до 600 мм (рис. 2) [48].

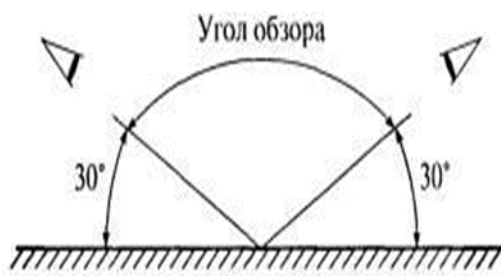


Рисунок 4. Условия визуального контроля

### **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.

В выполненном сварном соединении визуально следует контролировать: отсутствие (наличие) поверхностных дефектов и геометрических параметров сварного шва.

### **3.6.4 Ультразвуковой контроль**

Ультразвуковой метод контроля (УЗК) позволяет выявить скрытые дефекты сварных швов: пустоты, трещины, непровары, разнородный химический состав, механические повреждения и т.д.

Ультразвуковой контроль основан на способности ультразвуковых волн проникать в металл на большую глубину и отражаться от находящихся в нем дефектных участков. В процессе контроля пучок ультразвуковых колебаний от вибрирующей пластинки щупа (пьезокристалла) вводится в контролируемый шов. При встрече с дефектным участком ультразвуковая волна отражается от него и улавливается другой пластинкой щупом, которая преобразует ультразвуковые колебания в электрический сигнал [49].

### **3.6.5 Подготовка поверхности к контролю**

Ширина зоны сканирования должна быть достаточной для проведения указанного объема контроля. В качестве альтернативы ширина поверхности сканирования может быть уменьшена, если проведение контроля указанного объема может быть достигнуто при сканировании с обеих поверхностей сварного соединения (верхней и нижней).

Поверхность сканирования должна быть ровной и не иметь загрязнений, которые могут негативно повлиять на акустический контакт (например ржавчина, рыхлая окалина, брызги металла, зарубки, бороздки). Зазор между поверхностью и преобразователем в результате волнистости изделия не должен быть более 0,5 мм. При необходимости, следует профилировать преобразователь по кривизне поверхности. Допускаются локальные нарушения формы поверхности, например вдоль кромки шва, которые приводят к увеличению зазора до 1 мм, при условии использования при контроле с данной стороны сварного соединения как минимум одного

дополнительного угла ввода. Это дополнительное сканирование необходимо, чтобы компенсировать уменьшение проконтролированного объема из-за зазора такого размера [50].

### **3.6.6 Капиллярный метод (метод красок)**

Капиллярные методы основаны на капиллярном проникании индикаторных жидкостей в полости поверхностных и сквозных несплошностей материала объектов контроля и регистрации образующихся индикаторных следов визуальным способом или с помощью преобразователя. Капиллярные методы предназначены для обнаружения поверхностных и сквозных дефектов в объектах контроля, определения их расположения, протяженности (для протяженных дефектов типа трещин) и ориентации по поверхности [51].

В необходимых случаях для обнаружения следа дефекта и расшифровки результатов контроля применяют различные средства осмотра (лупы, биноклярные стереоскопические микроскопы, зеркала) в условиях, обеспечивающих освещенность объекта контроля, соответствующую правилам эксплуатации этих средств.

### **3.6.7 Требования к выполнению капиллярного метода контроля**

Подготовка объектов к контролю включает очистку контролируемой поверхности и полостей дефектов от всевозможных загрязнений, лакокрасочных покрытий, моющих составов и дефектоскопических материалов, оставшихся от предыдущего контроля, а также сушку контролируемой поверхности и полостей дефектов

Температура контролируемого объекта и индикаторного пенетранта должна быть в пределах, указанных в технической документации на данный дефектоскопический материал и объект контроля.

При цветном и ахроматическом методах капиллярной дефектоскопии с визуальным способом выявления дефектов следует применять комбинированное освещение (к общему освещению добавляют местное). Применять одно общее освещение допускается в случаях, когда по условиям технологии использовать местное освещение невозможно. На стационарных рабочих местах применять только местное освещение не допускается.

Основными этапами проведения капиллярного неразрушающего контроля являются:

- подготовка объекта к контролю;
- обработка объекта дефектоскопическими материалами;
- проявление дефектов;
- обнаружение дефектов и расшифровка результатов контроля;
- окончательная очистка объекта.

### **3.7 Разработка технологической документации**

Технологический процесс сборки и сварки основания начинается с подбора деталей, входящих в спецификацию.

Устанавливаем на приспособление лист нижний поз. 1 прижимаем к приспособлению винтовыми прижимами. Затем устанавливаем на поз. 1 две детали поз. 2 по разметке, далее устанавливаем по месту прогоны поз. 3, 4, 5, 6, упираем в упоры. Устанавливаем по две детали поз. 24, 25, вместо детали поз. 17 устанавливаем листы, затем устанавливаем две детали поз. 21. Далее устанавливаем четыре распорки технологических между деталями 3, 4, 5, 6, устанавливаем в отверстия валы технологические 2 шт. (операция 010). После детали и распорки прихватывают в порядке установки (операция 015),

для выполнения подогрева сварных швов используем ацетиленовую горелку Г2-06 для контроля температуры используем пирометр *Fluke 63*.

Далее перемещаем сборочную единицу 1 на рабочее место 2 (операция 020)

Устанавливаем сб. единицу на манипулятор фиксируем и производим сварку, механизированную сварку в защитных газах (операция 025)

Далее срезаем распорки технологические зачищаем зону среза под установку накладок (операция 030), далее производят контроль сварных швов, закрываемых при дальнейшей сборке (операция 035). Затем устанавливаем по месту накладки поз. 7, 8, 9, 10; 11, 12, 13, 14, 15, 16, 35, 36; два ребра поз. 19, ребро поз. 18, по два ребра поз. 22, 23. Далее устанавливаем между накладками распорки технологические 4 шт. (операция 040). После детали и распорки прихватываются в порядке установки и производят сварку, механизированной сваркой в защитных газах (операция 045). Далее срезаем распорки технологические зачищаем зону среза (операция 050), далее производят контроль сварных швов, закрываемых при дальнейшей сборке (операция 055)

Перемещаем сборочную единицу 1 с рабочего места 2 на рабочее место 3 (операция 060)

Устанавливаем по месту: две накладки поз. 26, шесть ребер поз.32, четыре платика поз. 29, и шесть платиков поз. 30, четыре шайбы дистанционной поз. 33, четыре упора поз. 31 (операция 065). Затем прихватываем детали в порядке установки и производят сварку механизированной сваркой в защитных газах (операция 070). Далее зачищаем зону под установку деталей поз. 27, 28 от брызг (операция 075), далее производят контроль сварных швов, закрываемых при дальнейшей сборке (операция 080).

Далее устанавливаем по месту по две детали поз. 27, 28, две бонки поз. 34 выполняем участки швов, закрываемые деталью поз. 20. Далее установить по два ребра поз. 20. Прихватываем детали в порядке установки.



Затем произвести сварку механизированной сваркой в защитных газах (операция 085). Далее зачищаем сварные швы от брызг (операция 090). Далее провести контроль качества сварных швов (операция 095).

### 3.8 Техническое нормирование операций

Цель технического нормирования – установление для конкретных организационно-технических условий затрат времени необходимого для выполнения заданной работы.

Техническое нормирование имеет большое значение, так как является основой всех расчетов при организации и планировании производства.

Норма штучного времени для всех видов дуговой сварки [52].

$$T_{шт} = (T_{нш} \cdot L + t_{ви}) \cdot K_n \quad (3.3)$$

где  $T_{нш}$  - 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  $T_{ншк}$  определяется по формуле [52].

$$T_{н.ш.к} = (T_0 + t_{шв}) \cdot \left(1 + \frac{a_{обсл} + a_{от.л} + a_{п-з}}{100}\right) \quad (3.4)$$

где  $T_0$  - основное время сварки, ч;

$t_{шв}$  - 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 % [52].

Основное время для механизированной сварки в смеси газа

определяется по формуле [52]:

$$T_o = \frac{F \cdot \gamma \cdot 60}{I \cdot \alpha_n} \quad (3.5)$$

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 040 технологического процесса сборки и сварки сборочной единицы 2.

Исходные данные:

марки сталей: 14ХГ2САФД и 10ХСНД;

марка электродной проволоки: Св-08Г2С;

шов №4 ГОСТ 14771-76-Н1-Δ12;

длина шва – 2,3 м;

положение шва нижнее;

площадь поперечного сечения наплавленного металла шва  $F = 86,4$  мм<sup>2</sup>;

коэффициент наплавки для сварочной проволоки Св-08ГСМТ при механизированной сварке легированных сталей в среде  $Ar + CO_2$ ,  $\alpha_n = 15$  г/(А·ч) [52].

-из установленного производителем сварочного оборудования режима сварки (зависит от толщины свариваемого металла) принимаем величину сварочного тока  $I = 250$  А.

При сварке в среде углекислого газа  $K_{пп} = 1$ .

Определяем основное время сварки по формуле [52]:

$$T_o = \frac{86,4 \cdot 7,8 \cdot 60}{250 \cdot 15} = 10,78 \text{ мин} = 0,18 \text{ ч.}$$

Неполное штучно-калькуляционное время находим по формуле (3.4), с учётом того, что  $t_{вш}$ , согласно картам, составляет 0,5 мин;

$$T_{н.ш.к} = (10,78 + 0,5) \cdot \left(1 + \frac{28,8}{100}\right) = 14,52 \text{ мин.} = 0,24 \text{ ч.}$$

Норму штучного времени определяем по формуле (3.3 с учётом того, что  $t_{ВИ}$  согласно картам 78-87 [53] равен 0,78 мин.;  $Kп = 1,2$ , то:

$$T_{шт} = (14,52 \cdot 2,3 + 0,78) \cdot 1,2 = 41,1 \text{ мин.} = 0,68 \text{ час}$$

Таблица 3.8 - Нормы времени на изготовление рамы перекрытия

№ опер.	Наименование операции	$T_{шт.}$ , мин
1	2	3
005	Комплектование	-
010	Сборка	51,2
015	Сварка	16,44
020	Перемещение	12,2
025	Сварка	526,15
030	Слесарная	22,4
035	Контроль	12,3
040	Сборка	76,9
045	Сварка	667,4
050	Слесарная	34
055	Контроль	8,9
060	Перемещение	12,3
065	Сборка	47,4
070	Сварка	83,7
075	Слесарная	4,6
080	Контроль	8
085	Сварка	114,2
090	Слесарная	66
095	Контроль	23,2
Итого		1787

### 3.9 Материальное нормирование

#### 3.9.1 Расход металла

Количество металла, идущего на изготовление изделия определяем по формуле:

$$m_m = m \cdot k_o, \quad (3.6)$$

где  $m$  – вес одного изделия, кг;

$k_o$  – коэффициент отходов,  $k_o = 1,3$ ;

$$m_m = 1670 \cdot 1,3 = 2171 \text{ кг},$$

#### 3.9.2 Расход сварочной проволоки

Расчет расхода сварочной проволоки для сварки в  $\text{CO}_2$  [54]:

$$M_{\text{ЭП}} = K_{\text{р.п.}} \cdot (1 + \psi_p) \cdot M_{\text{НО}}, \quad (3.7)$$

где  $K_{\text{р.п.}}$  – коэффициент расхода проволоки, учитывающий потери её при наладке сварочного аппарата,  $K_{\text{р.п.}} = 1,02 \dots 1,03$ ; принимаем  $K_{\text{р.п.}} = 1,02$ ;

$\psi_p$  – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки,

$\psi_p = 0,01 \dots 0,15$ , принимаем  $\psi_p = 0,02$ ;

$M_{\text{н.о.}}$  – масса наплавленного металла;

$$M_{\text{ЭП}} = 1,02 \cdot (1 + 0,02) \cdot 75,138 = 78,173 \text{ кг}.$$

#### 3.9.3 Расход защитного газа

Расчет защитного газа произведем по формуле [54]:

$$Q_{\text{з.г.}} = q_{\text{з.г.}} \cdot t_c, \quad (3.8)$$

где,  $q_{з.г.}$  – расход защитного газа.

$$Q_{з.г.} = 12,5 \cdot 1407,89 = 17,598,6 \text{ л.}$$

### 3.9.4 Расход электроэнергии

Расход технологической электроэнергии производим по формуле [54]:

$$W_{ТЭ} = \sum \left( \frac{U_c \cdot I_c \cdot t_c}{\eta_U} \right) + P_x \cdot \left( \frac{t_c}{K_U} - t_c \right), \quad (3.9)$$

где  $U_c, I_c$  – электрические параметры режима сварки;

$t_c$  – основное время сварки шва;

$\eta_U$  – КПД источника сварочного тока;

$P_x$  – мощность холостого хода источника;

Затраты на технологическую электроэнергию определим по формуле:

$$З_{ТЭ} = W_{ТЭ} \cdot Ц_{э.э.}, \quad (4)$$

где  $W_{ТЭ}$  – расход технологической электроэнергии; Вт·ч;

$Ц_{э.э.}$  – цена 1 кВт·ч электроэнергии,  $Ц_{э.э.} = 5,63$  руб/кВт·ч;

$$W_{ТЭ} = \frac{28 \cdot 280 \cdot 1,032}{0,82} + \frac{32 \cdot 400 \cdot 9,289}{0,82} + 0,4 \cdot \left( \frac{10,321}{0,7} - 10,321 \right) = 154,871 \text{ Вт} \cdot \text{ч},$$

$$З_{ТЭ} = 154,871 \cdot 5,63 = 871,92 \text{ руб}$$

## **4 Конструкторский раздел**

### **4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений**

Одним из самых главных и наиболее эффективных направлений в развитии технического прогресса является комплексная механизация и автоматизация производственных процессов, в частности процессов сварочного производства.

Специфическая особенность этого производства – резкая диспропорция между объемами основных и вспомогательных операций. Собственно, сварочные операции по своей трудоемкости составляют всего 25-30% общего объема сборочно-сварочных работ, остальные 70-75% приходятся на сборочных, транспортных и различных вспомогательных работ, механизация и автоматизация которых осуществляется с помощью так называемого механического сварочного оборудования. Следовательно, если оценивать роль механического оборудования в общем комплексе механизации или автоматизации сварочного производства, то их можно охарактеризовать цифрой 70-75% всего комплекса цехового оборудования [55].

Приспособление сборочно-сварочное.

При изготовлении рамы перекрытия применяется приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.020.00.000 СБ, на котором для соосности деталей используют валы технологические, для прижима деталей винтовые прижимы. Размеры фиксируются распорками технологическими для жёсткости используем пластинки.

## 4.2 Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений

Закрепление свариваемого изделия на приспособление осуществляется винтовыми прижимами, которые входят в состав приспособления (см. графическую часть проекта ФЮРА.000001.020.00.000 СБ.).

Прижимы используются для закрепления деталей и придания неподвижного состояния.

В приспособлении ФЮРА.000001.020.00.000 СБ используются винтовые прижимы с резьбой  $M18$ .

Определяем усилие, развиваемое винтовым прижимом по формуле [56]:

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

где  $Q$  – усилие, прикладываемое на рукоятке винта, обычно равно  $10 \dots 15 \text{ Н}$ ;

$l$  – радиус рукоятки, мм;

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

$a$  – 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,  $20 \text{ мм}$ .

Для метрической резьбы  $\beta = 300$ , тогда  $\rho = 6040'$ .

$$P = \frac{10 \cdot 30}{18 \cdot \operatorname{tg}(60 + 6040') + \frac{1}{2} \cdot 0,1 \cdot 20} = 103,86 \text{ Н}$$

Для обеспечения условия самоторможения винта угол наклона резьбы  $a$  должен быть меньше приведённого угла трения  $P: a < \rho$ .

Напряжение сжатия будет определяться по формуле:

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

$$\sigma_{сж} = \frac{1,27 \cdot 103,86}{17,9^2} = 0,4 \text{ Мпа}$$

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

### 4.3 Работа сборочно-сварочных приспособлений

Приспособление ФЮРА.000001.020.00.000 СБ предназначено для сборки и сварки прогонов, ребер боковых и упоров. Приспособление состоит сварочного стола, 4 стойки, 4 уголка, 4 упоров и 8 винтовых прижимов. Устанавливаем лист нижний поз. 1, два упора поз. 2 по разметке, устанавливаем прогоны 4 шт. упираем до упоров устанавливаем в отверстия валы технологические фиксируем размеры между прогонами технологическими распорками, устанавливаем по два ребра поз. 24, 25 устанавливаем технологическую пластинку для жёсткости, устанавливаем два ребра поз. 21. Прихватываем детали и распорки в порядке установки и производим сварку, механизированную сварку в среде защитных газов.



## **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 разработка чертежей плана и разрезов проектируемого цеха. Для этого, прежде всего, необходимо установить состав последнего.

Независимо от принадлежности к какой-либо разновидности сварочного производства сборочно-сварочные цехи при полном их составе могут включать следующие отделения и помещения.

Производственные отделения. Заготовительное отделение включает производственные участки: правки и наметки металла, резки, станочной обработки, слесарно-механический и очистки металла. Сборочно-сварочное отделение, подразделяющееся на узловую и общую сборку-сварку, с производственными участками сборки, сварки, термообработки, механической обработки, испытания готовой продукции и исправления пороков, нанесения поверхностных покрытий и отделки продукции. Участки механической обработки, нанесения покрытий и отделки продукции не входят в состав проектируемого сборочно-сварочного цеха, если сваренные в нем конструкции подлежат передаче в механосборочный цех для монтажа механизмов, окончательной сборки, отделки и выпуска изделий завода [57].

Вспомогательные отделения. Цеховой склад металла с разгрузочно-сортировочной площадкой и участком подготовки металла, промежуточный склад деталей и полуфабрикатов с участком их сортировки и комплектации, межоперационные складочные участки и места, склад готовой продукции цеха с контрольным и упакованным отделениями и погрузочной площадкой. Кладовые сварные проволоки, баллоны с защитными газами, инструмента, приспособлений, запасных частей и вспомогательных материалов.

Мастерские: изготовления шаблонов, ремонтная, электромеханическая и другое. Отделения: электромашинное, ацетилено-компрессорное. Цеховые трансформаторные подстанции.

Административно-конторские и бытовые помещения. Контора цеха, гардероб, уборные, умывальные, душевые, буфет, комната для отдыха и приема пищи, медпункт.

## 5.2 Расчет основных элементов производства

К основным элементам производства относятся рабочие, ИТР, контролеры, оборудование, материалы и энергетические затраты [57].

### 5.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования

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

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,  $N = 500$  шт.;

$T$  – длительность одной операции, мин.

– для операций 010-015:

$$T_r = 500 \cdot \frac{51,2 + 16,44}{60} = 563 \text{ ч.}$$

$\Phi_H$  – номинальный фонд рабочего времени в 2 смены равен 3952 часа, найдем действительный отняв от номинального процент потерь времени:

$$\Phi_D = \Phi_H - 5\% = 3952 - 5\% = 3754 \text{ ч.,}$$

$$n_p = \frac{563}{3754} = 0,14$$

Принимаем  $n_p = 1$ .

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p} = \frac{0,14}{1} = 0,14 \%$$

- для операций 025-055:

$$T_r = 500 \cdot \frac{526,15 + 22,4 + 12,3 + 76,9 + 667,4 + 34 + 8,9}{60} = 11233,75$$

$$n_p = \frac{11233,75}{3754} = 2,99$$

Принимаем  $n_p = 3$ .

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p} = \frac{2,99}{3} = 0,99 \%$$

Так как коэффициент загрузки оборудования больше допустимого принимаем  $n_p = 4$

Тогда:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p} = \frac{2,99}{4} = 0,75$$

- для операций 065-095

$$T_r = 500 \cdot \frac{47,4 + 83,7 + 4,6 + 8 + 114,2 + 66 + 23,2}{60} = 2892,5$$

$$n_p = \frac{2892,5}{3754} = 0,77$$

Принимаем  $n_p = 1$ .

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p} = \frac{0,77}{1} = 0,77$$

## 5.2.2 Определение состава и численности рабочих

Определим общее время необходимое для выполнения годовой программы продукции, ч.

$$\Sigma T_r = 14892 \text{ ч.}$$

ФН – номинальный фонд рабочего времени равен 1976 часов, найдем действительный, отняв от номинального процент потерь времени:

$$\Phi_D = \Phi_H - 12\% = 1976 - 12\% = 1738,9 \text{ ч.},$$

Определим количество рабочих явочных:

$$P_{\text{яв}} = \frac{T_R}{\Phi_H} = \frac{14892}{1976} = 7,53 \quad (4.4)$$

Примем число сварщиков равным  $P_{\text{яв}} = 8$ . В смену работает по 4 человека

Определим количество рабочих списочных:

$$P_{\text{сп}} = \frac{T_R}{\Phi_D} = \frac{14892}{1738,9} = 8,6 \quad (4.5)$$

Примем число рабочих списочных  $P_{\text{сп}} = 9$ .

Вспомогательных рабочих (30% от количества основных рабочих) – 3;

ИТР (8% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1;

Счетно-контрорская служба (3% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1;

МОП (2% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1;

Контроль качества продукции (1% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1.

## **5.3 Пространственное расположение производственного процесса**

### **5.3.1 Выбор типовой схемы компоновки 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 [57].

Независимо от принадлежности к какой-либо разновидности сварочного производства сборочно-сварочные цехи могут включать следующие отделения и помещения:

- производственные отделения: заготовительное отделение включает участки: правки и наметки металла, газопламенной обработки, станочной обработки, штамповочный, слесарно-механический, очистки металла;

- 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;

- 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;

- административно-контторские и бытовые помещения: контора цеха, гардероб, уборные, умывальные, душевые, буфет, комната для отдыха и

приема пищи, медпункт [57].

- Проектируемый в составе завода самостоятельный сборочно-сварочный цех всегда является, с одной стороны, потребителем продукции заготовительных и обрабатывающих цехов и складов завода, а с другой стороны – поставщиком своей продукции для цехов окончательной отделки изделий и для общезаводского склада готовой продукции.

Таким образом, между проектируемым сборочно-сварочным цехом и другими цехами, сооружениями и устройствами завода существует определенная производственная связь, необходимая для облегчения нормального выполнения процесса изготовления заданной продукции по заводу в целом.

При проектировании как всего завода, так и его отдельных цехов необходимо стремиться к осуществлению прямо поточности всех производственных связей между отдельными цехами, к недопущению возвратных перемещений материалов и изделий.

На сварочном участке расположено одно сборочно-сварочное приспособление, один манипулятор сварочный, одна сварочная плита, пять сварочных полуавтоматов *LORCH P5500*, перемещение деталей осуществляется кран-балкой  $Q = 1$  т и краном мостовым  $Q = 3,2$  т перемещаются готовые изделия.

### **5.3.2 Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха**

Размещение цеха и всех его отделений, участков и вспомогательных, административно-конторских и бытовых помещений должно удовлетворять всем требованиям процессов, которые подлежат выполнению в каждом из этих отделений.

Требования устанавливаются в соответствии с особенностями данных сварных изделий и соответствующих выбранных способов изготовления; особенностями типа производства и форм его осуществления; степенью производственной связи основных отделений и участков с другими производственными и вспомогательными отделениями цеха.

Для участка сборки-сварки рамы перекрытия выбрали параллельную схему сборки-сварки.

## **6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

### **6.1 Финансирование проекта и маркетинг**

Маркетинг – это организационная функция и совокупность процессов создания, продвижения и предоставления ценностей покупателям и управления взаимоотношениями с ними с выгодой для организации. В широком смысле задачи маркетинга состоят в определении и удовлетворении человеческих и общественных потребностей.

### **6.2 Экономический анализ техпроцесса**

Будет проведена экономическая оценка стоимости технологического процесса изготовления перекрытия крепи механизированной ФЮРА.МКЮ.4У.56.21.100.020.000 СБ.

Изготавливаемое изделие, рама перекрытия МКЮ.4У, является одной из основных частей крепи МКЮ.4У. Крепь механизированная МКЮ.4У поддерживающе-оградительного типа предназначена для механизации крепления призабойного пространства, поддержания и управления кровлей, включая тяжелые по проявлению горного давления, передвижки забойного конвейера при ведении очистных работ на пологих и наклонных пластах. Крепь оснащается устройствами якорения, правки, а также корректировки трассы и удержания лавного конвейера.

Показатель приведенных затрат является обобщающим показателем.

В разработанном технологическом процессе применим сборочно-сварочное приспособление ФЮРА.000001.020.00.000 СБ, на котором для крепления, соосности и фиксации размеров деталей используются струбцины, валы и распорки технологические, прижимы.



Применим современное сварочное оборудование: сварочный полуавтомат *Lorch P5500*.

Проведем технико-экономический анализ разработанного технологического процесса. Нормы штучного времени разработанного технологического процесса изготовления рамы перекрытия приведены в таблице

Определение приведенных затрат производят по формуле [63]:

$$Z_{\text{п}} = C + E_{\text{н}} \cdot K, \quad (6.1)$$

где  $C$  – себестоимость единицы продукции, руб/изд·год;

$E_{\text{н}}$  – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, (руб/год)/руб;

$K$  – капитальные вложения в производственные фонды, руб/изд.год.

### 6.2.1 Расчет капитальных вложений в производственные фонды

При расчете приведенных затрат капитальные вложения определяют, как сумму следующих расходов:

$$K = K_o + K_n + K_{\text{п.о.}} + K_{\text{зд}}, \quad (6.2)$$

где  $K_o$  – стоимость сварочного оборудования;

$K_n$  – стоимость приспособлений;

$K_{\text{п.о.}}$  – стоимость подъемно-транспортного оборудования;

$K_{\text{зд}}$  – стоимость части здания, приходящегося на оборудование и приспособления.

### 6.2.1.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

Капитальные вложения в оборудование определяем по формуле [63]:

$$K_{CO} = \sum_{i=1}^n C_{O_i} \cdot O_i \cdot \mu_{oi}, \quad (6.3)$$

где  $C_{O_i}$  – оптовая цена единицы оборудования  $i$ -го типоразмера с учетом транспортно-заготовительных расходов, руб.;

$O_i$  – количество оборудования  $i$ -го типоразмера, ед.;

$\mu_{oi}$  – коэффициент загрузки оборудования  $i$ -го типоразмера.

Цены на оборудование берутся за 01.01.2021 (смотреть таблицу 6.1).

Таблица 6.1 – Оптовые цены на сварочное оборудование [45]

Наименование оборудования	Ц <sub>о</sub> , руб
<i>Lorch P5500</i> 5 шт.	736675

$$K_{CO} = 736675 \cdot 5 \cdot 0,79 = 2909866 \text{ руб.} \cdot \text{год.}$$

Капитальные вложения в сварочное оборудование приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Капитальные вложения в сварочное оборудование

Наименование оборудования	К <sub>со</sub> , руб. · год
<i>Lorch P5500</i> 5шт.	2909866
Итого	2909866

Капитальные вложения в приспособления найдем по формуле [63]:

$$K_{ПР} = \sum_{j=1}^m K_{ПРj} \cdot П_j \cdot \mu_{nj}, \quad (6.4)$$

где  $K_{ПРj}$  – оптовая цена единицы приспособления  $j$ -го типоразмера, руб.;

$П_j$  – количество приспособлений  $j$ -го типоразмера, ед.;

$\mu_{nj}$  – коэффициент загрузки  $j$ -го приспособления.

Капитальные вложения в приспособления приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Капитальные вложения в приспособления

Наименование оборудования	Ц <sub>пр.</sub> руб	С <sub>п.</sub> шт	К <sub>пр.</sub> руб/ед.год
Приспособление ФЮРА.000001.020.00.000 СБ	250052	1	250052
Плита сварочная	176464	2	352928
Манипулятор сварочный МС-30	138007	2	276014
Итого:			878364

### 6.2.1.2 Капитальные вложения в подъемно-транспортное оборудование

Капитальные вложения в кран-балку грузоподъемностью  $Q = 1$  т. определяют по формуле:

$$K_{п.о.} = C_{п.о.} \cdot n_{п.о.}, \quad (6.5)$$

где  $C_{п.о.}$  – оптовая цена единицы подъемно-транспортного оборудования, руб.;

$n_{п.о.}$  – количество подъемно-транспортного оборудования, ед.

$$K_{п.о.} = 134500 \cdot 1 = 134500 \text{ руб.}$$

### 6.2.1.3 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями

Капитальные вложения в здание определяется по формуле [64]:

$$K_{зд} = \sum_{i=1}^n S_{O_i} \cdot K_f \cdot h \cdot C_{зд}, \text{ руб.}, \quad (6.6)$$

где  $S_{O_i}$  – площадь, занимаемая единицей оборудования, м<sup>2</sup>/ед:

$$S = 190 \text{ м}^2,$$

$K_f$  – коэффициент, учитывающий дополнительную площадь, равен 1,8 (так как известна полная площадь участка сборки-сварки,  $K_f=1$ );

$h$  – высота производственного здания, м,  $h = 12$  м;

$\Pi_{зд}$  – стоимость  $1\text{м}^3$  здания на 01.01.2021 составляет,  $\Pi_{зд}=94$  руб/м<sup>3</sup>.

$$K_{здп}=190 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 94 = 214320 \text{ руб.}$$

### 6.2.2 Расчет себестоимости единицы продукции

В техническую себестоимость сварочных работ включаются следующие статьи затрат:

- затраты на металл;
- затраты на сварочные материалы;
- затраты на электроэнергию;
- затраты на оплату труда;
- расходы на эксплуатацию и содержание оборудования и

производственного помещения.

Определим себестоимость продукции по формуле:

$$C = N_{\Gamma} \cdot (C_{\text{м}} + C_{\text{с.м.}} + C_{\text{зп.сд.}} + C_{\text{эс}} + C_{\text{об}} + C_{\text{п}}) + C_{\text{зп.вс.р}} \cdot 12 + C_{\text{зп.АУП}}, \quad (6.7)$$

где  $C_{\text{м}}$  – затраты на основной материал, руб;

$C_{\text{с.м.}}$  – затраты на сварочные материалы, руб;

$C_{\text{зп.сд.}}$  – затраты на заработную плату основных рабочих, руб;

$C_{\text{зп.вс.р}}$  – затраты на заработную плату вспомогательных рабочих, руб;

$C_{\text{зп.АУП}}$  – затраты на заработную плату административно-управленческого персонала, руб;

$C_{\text{э.с}}$  – затраты на силовую электроэнергию, руб;

$C_{\text{об}}$  – затраты на содержание и эксплуатацию оборудования;

$C_{\text{п}}$  – затраты на содержание помещения, руб.

### 6.2.2.1 Определение затрат на основные материалы

Затраты на металл, идущий на изготовление изделия определяем по формуле [42]:

$$C_M = m_M \cdot k_{т.з.} \cdot C_M - H_0 \cdot C_0 \text{ руб./изд.}, \quad (6.8)$$

где  $m_M$  – норма расхода материала на одно изделие, кг;

$C_M$  – средняя оптовая цена стали 14ХГ2САФД, 10ХСНД, 12ДН2ФЛ, на 01.01.2021, руб./кг:

- для стали 14ХГ2САФД  $C_M = 66$  руб./кг, при  $m_M = 1200 \cdot 1,3 = 1560$  кг.;
- для стали 10ХСНД  $C_M = 38,75$  руб./кг, при  $m_M = 28 \cdot 1,3 = 36,4$  кг.;
- для стали 35Л  $C_M = 47$  руб./кг, при  $m_M = 136 \cdot 1,3 = 176,8$  кг.;
- для стали 09Г2С  $C_M = 33$  руб./кг, при  $m_M = 306 \cdot 1,3 = 397,8$  кг.;

$k_{т.з.}$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении материалов  $k_{т.з.} = 1,04$  [64].

$H_0$  – норма возвратных отходов,  $H_0 = m_M \cdot 0,3 = 1200 \cdot 0,3 + 28 \cdot 0,3 + 136 \cdot 0,3 + 306 \cdot 0,3 = 501$  кг/шт;

$C_0$  – цена возвратных отходов,  $C_0 = 20$  руб/кг.

Коэффициент потерь материала на отходы составляет 1,3.

$$\begin{aligned} C_M &= 1,04 \cdot (1560 \cdot 66 + 36,4 \cdot 38,75 + 176,8 \cdot 47 + 397,8 \cdot 33) - 501 \cdot 20 = \\ &= 117669,22 \text{ руб/изд.} \end{aligned}$$

### 6.2.2.2 Определение затрат на сварочные материалы

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле [64]:

$$C_{п.с.} = \sum_{d=1}^h G_d \cdot k_{nd} \cdot \psi_p \cdot C_{п.с.}, \text{ руб/изд.}, \quad (6.9)$$

где  $G_d$  – масса наплавленного металла электродной проволоки и электродов, кг:  $G_d = 78,173$  кг

$k_{nd}$  – коэффициент, учитывающий расход сварочной проволоки

(электрода)

$$k_{p-п.с.} = 1,02;$$

$\psi_p$  – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки [16],  $\psi_p = 1,01 \dots 1,15$ , принимаем  $\psi_p = 1,02$ ;

$\Pi_{п.с.} = 443$  – стоимость сварочной проволоки Св-08ГСМТ, руб/кг на 01.01.2021.

$$C_{п.спредл.} = (78,173 \cdot 443) \cdot 1,02 \cdot 1,02 = 36029,71 \text{ руб/изд.}$$

Затраты на защитную смесь газов определяем по формуле [64]:

$$C_{з.г.} = g_{з.г.} \cdot \Pi_{г.з.} \cdot T_o, \text{ руб./изд.}, \quad (6.10)$$

где  $g_{з.г.}$  – расход смеси,  $g_{з.г.} = 0,75 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

$$\Pi_{г.з.} – \text{стоимость смеси, м}^3, \Pi_{г.з.} = 62,52 \text{ руб./ м}^3;$$

$$T_o – \text{основное время сварки в смеси газов, ч., } T_o = 23,46 \text{ ч.}$$

$$C_{з.г.} = 0,75 \cdot 62,52 \cdot 23,46 = 1100 \text{ руб/изд.}$$

### 6.2.2.3 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле [64]:

$$C_3 = t_k \cdot \text{ЧТС} \cdot K_{доп} \cdot K_{д.з.} \cdot K_c, \quad (6.11)$$

где  $t_k$  – время сварочных работ, ч/м шва;

ЧТС – часовая тарифная ставка на 01.01.2021, руб/ч., ЧТС – 74,85 руб.;

$K_{доп}$  – коэффициент, учитывающий доплаты и премии к тарифной заработной плате, равен 1,4;

$K_{д.з.}$  – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату, равен 1,2;

$K_c$  – страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая – 1,3.

$$C_3 = 23,46 \cdot 74,85 \cdot 1,4 \cdot 1,2 \cdot 1,3 = 3835 \text{ руб/изд.}$$

#### 6.2.2.4 Определение затрат на заработную плату вспомогательных рабочих

Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле [62]:

$$C_{з.п.всп} = \sum_{j=1}^k TC_j \cdot ЧТС_{врj} \cdot \frac{F_D}{12} \cdot K_D \cdot K_{пр} \cdot K_{рай} \cdot K_C, \quad (6.12)$$

где ЧТС – тарифная ставка вспомогательного рабочего соответствующего разряда на 01.01.2021, руб.:

- для слесарей ЧТС – 61,58 руб.;
- для контролера ОТК ЧТС – 156 руб.;
- для МОП ЧТС – 56,76 руб.;

$k$  – количество профессий вспомогательных рабочих;

$Чврj$  – численность рабочих по соответствующей профессии;

$F_D$  – действительный фонд рабочего времени,  $F_D = 1769$  ч;

$K_D$  – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату,  $K_D=1,2$ ;

$K_{пр}$  – коэффициент, учитывающий процент премии и доплаты,  $K_{пр}=1,4$ ;

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

$K_C$  – страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая-30.

Затраты на заработную плату слесарей:

$$C_{з.п.слесарей} = 61,58 \cdot 2 \cdot \frac{1769}{12} \cdot 1,2 \cdot 1,4 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 51548 \frac{\text{руб}}{\text{изд}},$$

Затраты на заработную плату контролеров ОТК:

$$C_{з.п.отк} = 156 \cdot 1 \cdot \frac{1769}{12} \cdot 1,2 \cdot 1,4 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 65293,08 \frac{\text{руб}}{\text{изд}},$$

Затраты на заработную плату МОП:

$$C_{з.п.моп} = 56,76 \cdot 1 \cdot \frac{1769}{12} \cdot 1,2 \cdot 1,4 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 23786,64 \frac{\text{руб}}{\text{изд}}$$

$$C_{зп.вс.р} = C_{зп.слесарей} + C_{зп.отк} + C_{зп.моп} = 51548 + 65293,08 + 23786,64 = 140627,72 \text{ руб.} \quad (6.13)$$

### 6.2.2.5 Зарботная плата административно-управленческого персонала

Затраты на заработную плату административно-управленческого персонала рассчитываем по формуле [63]:

$$C_{з.п.ауп} = C_{зуп} \cdot \text{Чауп} \cdot 12 \cdot K_{д} \cdot K_{пр} \cdot K_{рай} \cdot K_{с}, \quad (6.14)$$

где  $C_{зуп}$  – месячный оклад работника административно-управленческого персонала,  $C_{зуп} = 28865$  руб.;

$\text{Чауп}$  – численность работников административно-управленческого персонала должности,  $\text{Чауп} = 2$  чел.

$$C_{з.п.ауп} = 28865 \cdot 2 \cdot 12 \cdot 1,4 \cdot 1,4 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 2294698,22 \frac{\text{руб}}{\text{год}}$$

### 6.2.2.6 Определение затрат на силовую электроэнергию

Затраты на технологическую электроэнергию найдем по формуле [63]:

$$C_{э.с.} = W_{тэ} \cdot \text{Ц}_э, \quad (6.15)$$

где  $\text{Ц}_э$  – средняя стоимость электроэнергии,  $\text{Ц}_э = 5,63$  руб.

Расход технологической электроэнергии найдем по формуле [54]:

$$W_{тэ} = \sum \left( \frac{U_c \cdot I_c \cdot t_c}{\eta_U} \right) + P_x \cdot \left( \frac{t_c}{K_U} - t_c \right), \quad (6.16)$$

где  $U_c, I_c$  – электрические параметры режима сварки;

$t_c$  – основное время сварки шва;



$\eta_{и}$  – КПД источника сварочного тока;

$P_x$  – мощность холостого хода источника;

$\frac{t_c}{K_U}$  – общее время работы источника, зависящее от способа сварки и типа

производства ( $K_U$  можно выбрать по таблице 3.2.2 [54]).

Расход технологической электроэнергии (расчитано в подзаголовке 3.9.4)  $W_{тэ} = 154,871$  кВт.

$$C_{э.с.} = 154,871 \cdot 5,63 = 871,93 \text{ руб.}$$

### **6.2.2.7 Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования**

Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования и помещений включают амортизационные отчисления и затраты на текущий ремонт и обслуживание.

#### 1. Амортизационные отчисления.

Для этого необходимо определить затраты, связанные с обеспечением работ оборудования.

Годовые амортизационные отчисления зависят от стоимости электросварочного оборудования, стоимости механического и вспомогательного оборудования, стоимости приспособлений и подъемно-транспортного оборудования, и определяются по формуле [65]:

$$C_{об} = \frac{K_0 \cdot n_0}{T_0 \cdot N_2} + \frac{K_{п} \cdot n_n}{T_{п} \cdot N_2} + \frac{K_{п.о} \cdot n_{п.о}}{T_{п.о} \cdot N_2}, \quad (6.18)$$

где  $K_0$  – стоимость основного сварочного оборудования;

$T_0$  – срок службы основного сварочного оборудования,  $T_0 = 5$  лет;

$K_{п}$  – стоимость приспособлений;

$T_{п}$  – срок службы приспособлений,  $T_{п} = 5$  лет

$K_{п.о.}$  – стоимость подъемно-транспортного оборудования;

$T_{п.о}$  – срок службы подъемно-транспортного оборудования,  $T_{п.о} = 20$  лет [66].

$$C_{об} = \frac{736675 \cdot 5}{5 \cdot 500} + \frac{250052 + 176464 + 138007}{5 \cdot 500} + \frac{134500 \cdot 1}{20 \cdot 500} = 1712,25 \text{ руб.}$$

2. Затраты на текущий ремонт и обслуживание.

Стоимость ремонта и обслуживания принимается в размере 3% от стоимости оборудования. Затраты на текущий ремонт дорогостоящего инструмента принимаются в размере 10-20% его балансовой стоимости оборудования. Стоимость ремонта и обслуживания рассчитаем по формуле [63]:

$$C_{р\text{ио}} = \frac{(K_{О} \cdot n_{о} + K_{П} \cdot n_{п} + K_{П.О} \cdot n_{п.о}) \cdot k_{р\text{ио}}}{N_{Г}}, \quad (6.18)$$

где  $k_{р\text{ио}}$  – коэффициент ремонта и обслуживания принимается в размере 3% от стоимости оборудования.

$$C_{р\text{ио}} = \frac{[736675 \cdot 5 + 250052 + 174464 + 138007] \cdot 0,03}{500} = 254,75 \text{ руб.}$$

### 6.2.2.8 Определение затрат на содержание помещения

В расходы на содержание и ремонт помещения входят амортизация, ремонт, отопление, освещение, уборка. Эти расходы составляют 8% балансовой стоимости помещения.

Определение затрат на содержание здания определяется по формуле [66]:

$$C_n = \frac{S \cdot k_{сн} \cdot Ц_{ср.зд}}{N_2}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.19)$$

где  $S$  – площадь сварочного участка,  $\text{м}^2$ ,  $S = 180,5 \text{ м}^2$ ;

$k_{сн}$  – коэффициент на содержание и ремонт помещения,  $k_{сн} = 0,08$ .

$Ц_{ср.зд}$  – среднегодовые расходы на содержание  $1 \text{ м}^2$  рабочей площади, руб./год.м,  $C_{ср.зд} = 250 \text{ руб./год м.}$

$$C_{\text{п}} = \frac{180,5 \cdot 0,08 \cdot 250}{500} = 7,22 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

Результаты расчетов по определению технологической себестоимости сводятся в таблицу 6.4.

Таблица 6.4 – Технологическая себестоимость

№ п/п	Затраты	Сумма, руб.
1	2	3
1	Затраты на основной металл	117669,22
2	Затраты на сварочные материалы	-
2.1	Затраты на сварочную проволоку	36029,71
2.2	Затраты на защитный газ	1100
3	Заработная плата	-
3.1	Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих с отчислениями на социальное страхование	3835
3.2	Заработная плата вспомогательных рабочих	140627,72
3.3	Заработная плата административно-управленческого персонала	2294698,22
4	Затраты на электроэнергию	871,93
5	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования и помещений	
5.1	Амортизационные отчисления	1712,25
5.2	Затраты на текущий ремонт и обслуживание	254,75
5.3	Затраты на содержание помещения	7,22
ИТОГО технологическая себестоимость:		302107,8

### 6.3 Расчет технико-экономической эффективности

Определим себестоимость продукции:

$$C=500 \cdot (117669,22+36029,71+1100+3835+140627,72+2294698,22+871,93+ \\ +1712,25+254,75+7,22) = 151053900 \text{ руб/изд.год}$$

Определим капитальные вложения:

$$K= 2909866+ 564523+134500+203604 = 3812493 \text{ руб/изд. год,}$$

Определим количество приведенных затрат:

$$Z_{\text{п}} = 151053900+0,15 \cdot 3812493= 151625773,95 \text{ руб/изд. год.}$$

### 6.4 Основные технико-экономические показатели участка

Основные технико-экономические показатели участка представлены в таблице 6.5.

Таблица 6.5 – Основные технико-экономические показатели участка

№п/п	Параметр	Значение
1	Годовая производственная программа, шт.	500
2	Трудоёмкость изготовления одного изделия, час	29,8
3	Количество оборудования, шт.	5
4	Количество производственных рабочих, чел	8
5	Количество вспомогательных рабочих	3
6	Количество административно-управленческого персонала, чел	2
7	Норма расхода материала, кг	2171
8	Количество приведенных затрат, (руб./изд.)·год	151625773,95
9	Себестоимость одного изделия, руб	302107,8

## 6.5 Вывод

В ходе исследования финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения были определены цены на оборудование, приспособления, основные и вспомогательные материалы; рассчитаны капитальные вложения в сварочное оборудование, приспособления и помещение, так же затраты на основной металл, сварочную проволоку, защитный газ, зарплату рабочим, расходы на электроэнергию, амортизацию и ремонт оборудования и приспособлений, затраты на содержание помещений; в ходе чего получили следующие цифры:

- капитальные вложения 3812493 руб;
- себестоимость продукции 151053900 руб.

В результате проведенных расчетов было определено количество приведенных затрат 151625773,95 руб/изд. год.

## 7 Социальная ответственность

### 7.1 Описание рабочего места

На участке производится сборка и сварка рама перекрытия МКЮ.4У.56.21.100. При изготовлении рамы перекрытия осуществляются следующие операции: сборка и сварка, механизированная в среде углекислого газа и аргона, слесарные операции.

При изготовлении рамы перекрытия на участке используется следующее оборудование:

- сварочный полуавтомат *LORCH P5500* 5 шт.
- приспособление сборочно-сварочное  
ФЮРА.000001.020.00.000 СБ 1 шт.
- Манипулятор 2 шт.
- Плита сборочно-сварочная 2 шт.

Перемещение изделия производят краном мостовым грузоподъемностью 3,2 т.

Изготавливаемое изделие – рама перекрытия крепи, представляет собой сварную конструкцию, которая передаёт распорное усилие крепи на кровлю механизированной крепи горно- шахтного оборудования.

Масса рамы перекрытия составляет 1670 кг.

В качестве материала этих деталей используют стали следующих марок: 14ХГ2САФД, 10ХСНД, 35Л, 09Г2С. Сварка производится в смеси газов  $Ar$  (82 %) +  $CO_2$  (18 %) сварочной проволокой Св-08ГСМТ диаметром 1,2.

Проектируемый Участок находится в цехе, имеет одну капитальную стену, с другой стороны расположен проход шириной 2м для перемещения рабочих. Оконные проемы в количестве 4 шт. Стены из железобетонных блоков, окрашены в бежевый цвет.

Завоз деталей в цех и вывоз готовой продукции осуществляется через ворота (2шт.) автомобильным транспортом, также через одни ворота проложено железнодорожное полотно, т.е. имеется возможность доставки и вывоза грузов железнодорожным транспортом. Вход в цех и выход из него осуществляется через две двери.

На случай пожара цех оснащен запасным выходом и системой противопожарной сигнализации. Все работы производятся на участке с площадью  $S = 190 \text{ м}^2$ .

## **7.2. Законодательные и нормативные документы**

В данной работе использованы: а) ГОСТ 2310 – 77 «Молотки слесарные. Технические условия»;<sup>81</sup>

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»;
- т) 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»;82
- 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.) [66].

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.[66]

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 83 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 требованиям 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 достигающие до уровня пола на 2,5 м. При работе, связанной с применением защитных газов, обшивка по всему периметру не должна достигать до пола на расстояние 300 мм.

Каждое рабочее место также оборудуется вытяжным отсосом – зонтом, открытой конструкцией, всасывающее отверстие которой, приближено к источнику выделений.

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 84 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 основания являются: сварочный полуавтомат *LORCH P5500*; 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 85 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.<sup>86</sup>

Движущиеся механизмы.

На участке применяются: кран-балка (грузоподъемностью 1 т·с), автотранспорт, то есть имеется опасность нанесения вреда человеку движущимися и вращающимися частями машин.

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 подъёмнотранспортных устройств ограждение всех движущихся и вращающихся частей механизмов.

При эксплуатации шлифовальной машины — защитный кожух на шлифовальном круге.

#### **7.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производённой 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.

87

Сопротивление заземляющих устройств не должно превышать 4 Ом.[67]

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, исключающие 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).

Перечень средств индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке представлен в таблице 7.1

Таблица 7.1 – Средства индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке

Наименование средств индивидуальной защиты	Документ, регламентирующий требования к средствам индивидуальной защиты
Костюм брезентовый для сварщика	ТУ 17-08-327-91

продолжение таблицы 7.1

Ботинки кожаные	ГОСТ 27507-90
Рукавицы брезентовые (краги)	ГОСТ 12.4.010-75
Перчатки диэлектрические	ТУ 38-106359-79
Щиток защитный для э/сварщика типа НН-ПС 70241	ГОСТ 12.4.035-78
Куртка х/б на утепляющей прокладке	ГОСТ 29.335-92

### **7.5 Обеспечение требуемого освещения на участке**

Нормальные условия работы в производственных помещениях могут быть обеспечены лишь при достаточном освещении рабочих зон, проходов и проездов.

Освещение не должно давать резких теней и бликов, оказывающих ослепляющее действие. Требуемый уровень освещения определяется степенью зрительных работ.

В дневное время можно пользоваться естественным освещением, но чаще всего при учёте того, что производственные помещения имеют большие площади, применяют комбинированное освещение, то есть, как естественное, так и искусственное.

Естественное освещение можно осуществлять через световые проёмы – окна и световые фонари.

Хорошее искусственное освещение производственного помещения и рабочих мест зависит от правильного выбора мест расположения светильников, его типа и мощности ламп.

Для освещения используем газораспределительные лампы, имеющие высокую светоотдачу, продолжительный срок службы, спектр излучения

люминесцентных ламп близок к спектру естественного света. Рассчитаем требуемое количество светильников.

Световой поток светильников определяем по формуле [69]:

$$\varphi = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot Z}{N \cdot \eta} \quad (7.1)$$

где  $E$  – заданная минимальная освещённость, Лк;

$K_3$  – коэффициент запаса;  $K_3 = 1,8$ ;

$S$  – освещаемая площадь;  $S=190 \text{ м}^2$ ;

$Z$  – коэффициент минимальной освещённости;  $Z = 1,2$ ;

$\eta$  – коэффициент использования светового потока;  $\eta = 48$ .

Для светильников типа ОД с лампой ДРЛ-750,  $\varphi = 33000 \text{ Лм}$ .

$$N = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot Z}{\varphi \cdot \eta} \quad (7.2)$$

Тогда:

$$N = \frac{500 \cdot 1,8 \cdot 190 \cdot 1,2}{33000 \cdot 0,48} = 12,30 \text{ шт.}$$

Принимаем количество светильников  $N = 12 \text{ шт}$

## 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  $-30^\circ\text{C}$  до  $45^\circ\text{C}$ ;  
- относительная влажность 80% при  $15^\circ\text{C}$ .



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 основания 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.

В реальной обстановке в цехе 14 ООО «Юргинский машзавод» фиксировалась температура воздуха от  $T=+7\div+10\text{оС}$  до  $T = + 25 \div + 35 \text{ оС}$ , относительная влажность  $\varphi = 60-70 \%$ , скорость движения воздуха на рабочем месте  $V = 0,4 - 2 \text{ м / с}$ .

На участке сборки и сварки изготовления основания применяем общеобменную приточно-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...0,5 метров в секунду. Определим количество воздуха для организации местной вентиляции по формуле [68]:

$$L_M = S \cdot V_{\text{эф}} \text{ м}^3 \cdot \text{ч} \quad (7.3)$$

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

Найдем площадь, через которую поступает воздух по формуле:

$$S=A \cdot B \cdot n, \quad (7.4)$$

где  $A$  и  $B$  - ширина и длинна зонга, расчеты этих параметров произведем согласно методичке [68];

$n$  – количество зонтов.

Определим количество конвективного тепла, выделяемого источником [60].

$$Q = 1,5 \cdot \sqrt{t_{II} + t_B} \quad (7.5)$$

где  $t_{II}$  и  $t_B$  – 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:

$$H = 1,5 \cdot \sqrt{F} = 1,5 \cdot \sqrt{1,62 + 1,68} = 2,47 \quad (7.6)$$

Найдем размеры вытяжного зонта:

$$A = a + 0,8 \cdot H = 1,62 + 0,8 \cdot 2,47 = 3,6 \text{ м,}$$

$$B = b + 0,8 \cdot H = 1,68 + 0,8 \cdot 2,47 = 3,66 \text{ м,}$$

$$S = 3,6 \cdot 3,66 \cdot 6 = 79,05 \text{ м}^2,$$

$$L_M = 79,05 \cdot 0,2 = 15,81 \text{ м}^3 \cdot \text{с,}$$

Из расчета видно, что объём воздуха, удаляемый от местных отсосов, составляет  $L_M = 56916 \text{ м}^3 \cdot \text{ч}$ .

В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор радиальный ВР-80-70.2-ДУ-Т-14-095-11-500 с двигателем *A200M12* 11 кВт 500 об. Мин

Рассчитаем диаметр воздуховодов. Определим диаметр воздуховода по формуле [68].

$$Q = 1,13 \cdot \left( \frac{L}{v} \right)^{\frac{1}{2}} = 1,13 \cdot \left( \frac{56916}{0,2} \right)^{\frac{1}{2}} = 602 \text{ мм}$$

## 7.9 Вывод

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 ВР-80-70.2-ДУ-Т-14-095-11-500 с двигателем типа А200М12, мощностью 11 кВт;

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 95 защитные маски со светофильтрами, спецобувь, защитные ширмы;

д) для защиты от шума - противошумные 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 курсовом проекте произведен проектный расчет участка сборочно-сварочного цеха для изготовления рамы перекрытия «МКЮ.4У.56.21.100». Исходя из особенностей материала изделия, условий технологичности сборки, пространственного положения сварных швов были подобраны сварочные материалы, сварочное оборудование.

В проекте про нормированы сборочно-сварочные операции по времени для изготовления изделия в целом, а также сборочных единиц по операциям. Рассчитано количество оборудования на каждой операции, исходя из этого определены коэффициенты загрузки оборудования. Составлен технологический процесс изготовления рамы перекрытия.

В проекте произведен расчет и планировка участка сборочно-сварочного цеха. Разработанный участок имеет следующие технические характеристики:

1. Площадь участка, м<sup>2</sup>        190
2. Количество приспособлений, шт  
Приспособление сборочно-сварочное    1  
Плита сборочно-сварочная    2  
Манипулятор сварочный МС-30    2
3. Количество смен        2
4. Количество рабочих явочных    8  
Количество рабочих списочных    9
5. Оборудование:  
*LORCH P5500*

## Библиография

1. Osvarke.net - [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://osvarke.net/history/perspective/>
2. Газовые смеси как способ совершенствования процессов сварки MIG/MAG Крюков А.В. Павлов Н.В.
3. Солодский С.А., Зернин Е.А., Павлов Н.В. Повышение эффективности сварки плавящимся электродом в защитных газах // Материалы международного Китайско- Российского форума безопасного производства шахты и технологий оборудования, посвящённого 60-летию Ляонинского технического университета. – Фусинь: Изд. ЛТУ, 2009. – С. 44-47.
4. Повышение экономической эффективности дуговой сварки углеродистых сталей в защитной среде путём внедрения смеси газов Проскурин В.Д.
5. Федько В.Т. Технология, теоретические основы и средства снижения трудоёмкости при сварке в углекислом газе. Учебник. – Томск: Изд-во Том. Ун-та, 2004. – 398 с.
6. Лебедев В.А. Тенденция развития механизированной сварки с управляемым переносом электродного металла (Обзор) // Автоматическая сварка. – 2010. - №10 – С. 45-53.
7. Лесков Г. И. Электрическая сварочная дуга. М.: Машиностроение, 1970. 335с.
8. Федько В.Т., Брунов О.Г., Солодский С.А., Крюков А.В., Соколов П.Д. Методы борьбы с разбрызгиванием при сварке в  $CO_2$  //Технология машиностроения. – 2005. - №5. – С. 24-30.
9. Пат. 3258842 (США). Gas-shielded arc welding method / Morita Sadayoshi, Nishi Takeshi, Kukuno Tsuguro. – Оpubл. 05.07.66.
10. Аснис А.Е., Гутман Л.М., Покладий В.Р. «Сварка в смеси активных газов». – Киев: Наукова думка, 1982. – 216 с.

11. Рощупкин Н.П., Близнец Н.А., Медведев Н.М., Свещинский Г.В., Римский С.Т. Опыт производственного применения защитных газовых смесей на основе аргона заводами В/О Союзстальконструкция // Автоматическая сварка. –1984. - №3. – С. 5-53.
12. Языков Ю.Ф., Алексина И.В. Преимущества сварки в защитных газовых смесях // Сварочное производство. – 2008.- №9. – С. 29-30.
13. Карасев М.В., Работинский Д.Н., Головин С.В., Ладыжанский А.П., Павленко Г.В., Р. Розерт, Stein Drahtug, Зинченко А.В. Влияние режима механизированной сварки в смесях газов на служебные свойства наплавленного металла // Сварщик в России. –2007. - №6. – С. 35-40. 14.
14. Римский С.Т., Свещинский В.Г., Шейко П.П., Павшук В.М., Жерносеков А.М. Импульсно-дуговая сварка низколегированных сталей плавящимся электродом в смеси аргона с углекислым газом // Автоматическая сварка. – 1993. - №2. – С. 38-41.
15. Сварка в защитных газовых смесях. – Проспект ОАО Завод УРАЛТЕХГАЗ, 2004. – 8 с.
16. Цыган Б.Г. Сопротивление усталости сварных узлов кузова пассажирского вагона, выполненных сваркой в  $CO_2$  и  $Ar+CO_2$  // Автоматическая сварка. – 1998. - №10. – С. 42-46.
17. Патон Б.Е., Савицкий М.М. Применение активных флюсов и активных газов для повышения эффективной дуговой и плазменной сварки // Автоматическая сварка. – 2003. - №5. – С. 3-6.
18. Лебедев Б.Ф., Загребенюк С.Д., Свещинский С.Д., Римский С.Т., Гинзбург Г.М. Сварка вертикальных швов с принудительным формированием на стали 10ХСНД в газовых смесях на основе аргона // Автоматическая сварка. –1985. - №10. – С. 58-61.
19. Слуцкая Т.М., Аснис А.Е., Тюрин А.Я. Влияние атмосферы дуги на перенос электродного металла // Автоматическая сварка. – 1974. - №10. – С. 71-72.
20. Аснис А.Е., Гутман Л.М., Покладий В.Р., Иванков Н.Д.



Повышение стойкости швов против пор и трещин при сварке в смеси углекислого газа и кислорода // Автоматическая сварка. –1972. - №10. – С. 1-4.

21. Пат.1260 (Япон.). Метод дуговой сварки в защитном газе / Масумото Исао, Секигучи Харудзиро. – Оpubл. 11.03.1959.

22. Пат. 3258842 (США). Gas-shielded arc welding method / Morita Sadayoshi, Nishi Takeshi, Kukuno Tsuguroю – Оpubл. 05.07.66.

23. Пат. 52 – 100339 (Япон.). Процесс дуговой сварки в защитном газе / Мацумото Масаси, Ивата Тесио. – Оpubл. 23.08.77.

24. Покладий, В.Р. Влияние вылета электродной проволоки на режим сварки в смеси углекислого газа и кислорода // Автоматическая сварка. – 1972. - №8. – С. 6-9.

25. Покладий В.Р., Яровой Л.Я., Федоренко А.В., Новиков В.П., Редько Г.В. Опыт промышленного применения сварки в смеси углекислого газа и кислорода // Автоматическая сварка. –1972. - №10. – С. 1-4.

26. Слуцкая Т.М., Аснис А.Е., Тюрин А.Я. Влияние атмосферы дуги на перенос электродного металла // Автоматическая сварка. – 1974. - №10. – С. 71-72.

27. Федько В.Т., Шматченко В.С. Влияние компонентов газовой среды на теплофизические свойства сварочной дуги // Сварочное производство. – 2001. - №8. – С. 27-32.

30. Пат. 52 – 100339 (Япон.). Процесс дуговой сварки в защитном газе / Мацумото Масаси, Ивата Тесио. – Оpubл. 23.08.77.

31. ГОСТ 33164.1-2014 Оборудование горно-шахтное. Крепи механизированные. Секции крепи. Общие технические условия - [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200121723>

32. СП 53-101-98 Изготовление и контроль качества стальных строительных конструкций [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200003338>

33. ГОСТ 14771-76 Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200004932>
34. Электровек сталь [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://evek.org/materials/stal-14hg2safd.html>
35. Метинвест [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://metinvestholding.com/ru/about>
36. Металлинвест [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.m-invest.ru/spravochniki/marochnik-staley/stal-dlya-otlivok-obiknovennaya/351/>
37. Центральный металлический портал РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://metallichekiy-portal.ru/marki\\_metallov/stk/09G2S](http://metallichekiy-portal.ru/marki_metallov/stk/09G2S)
38. ГОСТ Р ИСО 14175-2010. Материалы сварочные. Газы и газовые смеси для сварки плавлением и родственных процессов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-iso-14175-2010>
39. ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. Технические условия [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200005429>
40. Проф – Инструмент [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://kirov.xn--e1afmdcbhkihdej.xn--p1ai/stati/stati-po-svarke/chto-takoe-svarivaemost-materialov/>
41. Свариваемость металлов - [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://weldzone.info/technology/manual-arc-welding/251-kons6>
42. Куликов В.П. Технология сварки плавлением и термической резки: учебник / В.П. Куликов. – Минск: Новое знание; М. : ИНФРАМ-М 2016. – 463. : ил. – (Высшее образование: Бакалавриат)
43. Свариваемость сталей: Пер. со словац. Л.С. Гончаренко; под ред. Э.Л. Макапрва. – М. Машиностроение 1984. –216с., нл.
44. «Обзор процесса SpeedArc» [Электронный ресурс] – Режим

доступа: <http://domsvarki.ru/protsess-speedarc>

45. Шторм [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.shtorm-its.ru/catalog/invertornyiy-svarochnyy-apparat-serii-p/>

46. Шторм [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.shtorm-its.ru/info/articles/defekty-i-kontrol-kachestva-svarnykh>

47. НТЦ Эксперт [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.ntcexpert.ru/vic>

48. РД 03-606-03 Инструкция по визуальному и измерительному контролю [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901865879>

49. НТЦ Эксперт [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.ntcexpert.ru/uc>

50. ГОСТ Р ИСО 17640-2016 Неразрушающий контроль сварных соединений. Ультразвуковой контроль. Технология, уровни контроля и оценки [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200133735>

51. ГОСТ 18442-80 Контроль неразрушающий - [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200004648>

52. Механизация и автоматизация сварочного производства - [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.shtormits.ru/info/articles/mekhanizatsiya-i-avtomatizatsiya-svarochnogo-proizvodstva/>

53. Общемашиностроительные укрупненные нормативы времени на дуговую сварку в среде защитных газов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.gostrf.com/normadata/1/4293846/4293846544.htm#i204713>

54. Васильев В.И., Ильященко Д.П. Разработка этапов технологии при дуговой сварке плавлением – Издательство ТПУ, 2008г. – 96 с.

55. Крампит Н.Ю. Проектирование сварочных цехов: Методические указания. Ю.: Изд-во ИПЛ ЮТИ ТПУ. – 2005. – 40 с.

56. Хайдарова А.А. Сборочно–сварочное приспособление. Этапы

конструирования: учебное пособие/ А.А.Хайдарова; Томский политехнический университет. –Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013.–132 с.

57. Петкау Э. П. Организация производства и менеджмент в машиностроении: учебное пособие / Э.П. Петкау. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2007. – 205 с.

58 Крампит А.Г., Зернин Е.А., Крампит М.А. Современные способы импульсно-дуговой *MIG/MAG* сварки. ГОУ ВПО «Юргинский технологический институт (филиал) Томского политехнического университета»

59 Сварочно-технологический центр «ШТОРМ-ЛОРХ» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.shtormlorch.ru/rus/info/tech/speedarc.php>

60 Процесс SpeedUp [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.shtormlorch.ru/rus/info/tech/speedup.php>

61 Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору приказ Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Требования к производству сварочных работ на опасных производственных объектах" от 11 декабря 2020 года N 519 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/573264187>

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

63 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение часть ВКР часть ВКР: Методические указания по выполнению экономической части выпускной квалифицированной работы для студентов 151001 «Машиностроение», ЮТИ ТПУ, 2020. – с. 24

64 Гришагин В.М., Фарберов В.Я. "Расчеты комфорта и безопасности". – Юрга: Изд. филиала ТПУ, 2012. – 96 с.

65 ГОСТ 12.0.0030-74 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (с изменениями по И-Л-Х1-91)»

66 Кукин П.П., Лапин В.Л., Подгорных Е.А. и др. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (Охрана труда). Учеб. пособие для вузов / М.: Высшая школа, 2004. – 298 с.

67 Брауде М.З. "Охрана труда при сварке в машиностроении"/ М.: Машиностроение, 1978. – 141 с.

68 Селитебные зоны – это что? Селитебная территория [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://fb.ru/article/288464/selitebnyie-zonyi---eto-chto-selitebnaya-territoriya>

## Приложение А

(Спецификация ФЮРА.МКЮ.4У.56.21.100.020.000)

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
						<u>Документация</u>	
				ФЮРА.МКЮ.4У.56.21.100.020.000 СБ	Сборочный чертеж		*1А2х3, А1
Справ. №					<u>Детали</u>		
			1	ФЮРА.МКЮ.4У.56.21.100.020.001	Лист нижний	1	
			2	ФЮРА.МКЮ.4У.56.21.100.020.002	Опора	2	*1А2х3
			3	ФЮРА.МКЮ.4У.56.21.100.020.003	Прогон наружный	1	
			4	-01	Прогон наружный	1	
			5	ФЮРА.МКЮ.4У.56.21.100.020.004	Прогон внутренний	1	
			6	-01	Прогон внутренний	1	
			7	ФЮРА.МКЮ.4У.56.21.100.020.005	Накладка	1	
			8		Накладка	1	
			9	ФЮРА.МКЮ.4У.56.21.100.020.006	Накладка	1	
			10	-01	Накладка	1	
			11	ФЮРА.МКЮ.4У.56.21.100.020.007	Накладка	1	
			12	-01	Накладка	1	
			13	ФЮРА.МКЮ.4У.56.21.100.020.008	Накладка	1	
			14	-01	Накладка	1	
			15	ФЮРА.МКЮ.4У.56.21.100.020.009	Накладка	1	
			16	-01	Накладка	1	
			17	ФЮРА.МКЮ.4У.56.21.100.020.011	Ребра доковое	2	
			18	ФЮРА.МКЮ.4У.56.21.100.020.012	Ребра	1	
		19	ФЮРА.МКЮ.4У.56.21.100.020.013	Ребра	2		
Подп. и дата	ФЮРА.МКЮ.4У.56.21.100.020.000						
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
	Разраб.		Асеев Х.Х.			Лит.	Лист
	Проб.		Крюков А.В.			4	1
Взам. инв. №	Рама перекрытия						
						Листов	2
						ЮТИ ТПУ зр. 10А72	
Подп. и дата	И.контр.						
	Утв.						
Инв. № подл.	Копировал						
	Формат А4						



## Приложение Б

(Спецификация приспособления сборочно-сварочное)

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
<i>Документация</i>								
Перв. примен.			A1 ФЮРА.000001.020.00.000 СБ	Сборочный чертеж				
<i>Сборочные единицы</i>								
Справ. №		1	ФЮРА.000001.020.00.001	Стол	1			
		2	ФЮРА.000001.020.00.002	Стойка	4			
		3	ФЮРА.000001.020.00.003	Винтовой прижим	4			
		4	ФЮРА.000001.020.00.004	Винтовой прижим	1			
<i>Детали</i>								
Подп. и дата		5	ФЮРА.000001.020.00.005	Упор	4			
		6	ФЮРА.000001.020.00.006	Вал технологический	1			
		7	ФЮРА.000001.020.00.007	Вал технологический	1			
		8	ФЮРА.000001.020.00.008	Распорки	4			
		9	ФЮРА.000001.020.00.009	Лист	2			
		10	ФЮРА.000001.020.00.010	Самофиксирующийся болт	8			
Инв. № подл.	Взам. инв. №	Инв. № экз.	ФЮРА.000001.020.00.000 СБ					
Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Инв. № подл.	Разработ.	Асоев Х.Х.	<b>Приспособление сборочно-сварочное</b>			Лист	Лист	Листов
	Проб.	Крюков А.В.				9	1	1
	Н.контр.	Крюков А.В.				ЮТИ ТПУ зр 10А72		
	Утв.					Копировал <span style="float: right;">Формат А4</span>		



**Приложение В**  
(Технологический процесс)

Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата
Дубл.				
Взм.				
Подп.				
Листов				
ФЮРА.МКО.4.56.21100.020.000				
Рама перекрытие				
<p><i><b>Комплект документов</b></i>  <i>на технологический процесс</i>  <i>Сборки и сварки</i></p>				
<p>Разраб. <u>ХХ. Асоев</u>  Проб. <u>АВ. Крюков</u>  Н. контр. <u>АВ. Крюков</u></p>				

Дубл.																		
Взам																		
Подп																		
						ФЮРАМКО.4.У.56.21.100.020.000			Рама перекрытия									
						Обозначение документа												
А		Цех	Уч.	Рм	Опер	Код, наименование операции		См	Проф	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.
Б		Код, наименование оборудования				Обозначение, код												
К/М		Наименование детали, сб. единицы или материала																
1		<i>Технические требования</i>																
02		<i>1. Детали и сварочная проволока перед сваркой должны быть очищены от масла, ржавчины и влаги.</i>																
03																		
04		<i>Требования безопасности</i>																
05		<i>1. При работе соблюдать требования инструкций по охране труда:</i>																
06		<i>РД 153-34.0-03.299/1-2001 – для слесарей механо-сборочных работ</i>																
07		<i>ПОТ №1101н – для эл. сварщиков</i>																
08		<i>ПОТ №336н – для стропалей</i>																
09		<i>ТОИ Р-32-ЦВ-805-01 – для контролеров</i>																
10		<i>ПОТ №552н – для лиц, работающих с инструментом создающим вибрацию</i>																
11		<i>ПОТ №533 – для лиц, работающих с кран – домками</i>																
12		<i>2. Слесарям работающим с прихватчиками, пользоваться очками со светофильтрами.</i>																
13		<i>3. При одновременной работе нескольких сварщиков на одной сборке или кабине, применять</i>																
14		<i>переносные защитные ширмы 359-2204 или 359-2205</i>																
15		<i>4. При массе деталей, сборки более 16 кг применять эл.мостовой кран или кран-балку</i>																
16		<i>грузоподъемности, соответствующей весу сборки, и соответствующие стропа</i>																
17		<i>5. Контроль первой сборки мастером.</i>																

Дубл.																				
Взам.																				
Подп.																				
Разраб.	Асоев Х.Х.																			
Проб.	Кривош А.В.																			
Нормир.																				
Нач. БТК																				
Н. контр.																				
К/М	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Паз.	Наименование ДСЕ или материала	Обозначение ДСЕ	ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. расх.								
Я										Разл. п.	Общ. п.	Такт. п.								
К01																				
02						<i>Проволока СВ-08ГСПТ</i>	<i>ГОСТ 2246</i>	<i>φ12</i>	<i>78173 кг.</i>											
03						<i>Смесь газов Аг+СО<sub>2</sub></i>	<i>ГОСТ Р ИСО 14175</i>		<i>17598 б/л</i>											
04						<i>Кислород</i>	<i>ГОСТ 5583</i>													
05						<i>Ацетилен</i>	<i>ГОСТ 5457</i>													
06						<i>Масса сд. ед. 1670 кг.</i>														
07						<i>Вал технологический 90x14.30</i>			<i>1 шт.</i>											
08						<i>Вал технологический 110x14.30</i>			<i>1 шт.</i>											
09																				
10																				
11																				
12																				
13																				
14																				
15																				
16																				
17																				
КК	Комплектобочная карта											3								

Дубл.																					
Взам																					
Падп																					
										Рама перекрытия											
										ФЮРА.МЖЮ.4.У.56.21.100.020.000											
А		Цех	Уч.	РМ	Опер	Код наименования операции		См	Проф	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.			
Б		Код наименования оборудования		Обозначение документа																	
к/м		Наименование детали, сб. единицы или материала				Обозначение, код				ОП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. раск.							
005 Комплектование																					
01																					
02																					
03																					
04																					
05																					
06																					
07																					
08																					
09																					
10																					
11																					
12																					
13																					
14																					
15																					
16																					
17																					

005 Комплектование

1. Подобрать детали согласно спецификации

2. Проверить наличие клея БТК и отличительных клеем

3. Приспособление сборочно сварочное ФЮРА.000001020.00.000 СБ, кран-балка (Q=1т), кран мостовой (Q=3,2т)

1. Прижать деталь на приспособление деталь поз. 1

2. Установить на приспособление деталь поз. 2 по разметке в размерах 4.30±1.5; 160±1.5

3. Установить на деталь поз. 1 две детали поз. 3, 4; 5; 6; выдержать  10 по торцу деталей поз. 3, 4; 5; 6;

4. в размеры 1211±1.5 по две детали поз. 24, 25; вместо поз. 17 установить листы 2 шт. размеры 60x200x20

5. в размеры 315±2 две детали поз. 21

6. Установить в отверстие вал технологический 1 шт. 90x14.30 Ж-Ж; и 1 шт. 110x14.30 смотреть, Д-Д

7. Установить распорки технологические; четыре распорки в размеры 390<sup>±2</sup><sub>-1</sub> размеры распорок 390±1.5x100x20

8. Клеить клеем сборщика на поз. 1

То =512 мин.

Дубл.																									
В зам																									
Подп																									
	Рама перекрытия																								
	ФЮРА.МЖ04У.56.21100.020.000																								
A	Цех	Уч.	Рм	Опер	Код, наименование операции	См	Проф	Р	УТ	КР	КОНД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.	Обозначение документа								
B	Код, наименование оборудования						Обозначение код										ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.	Н. расх.			
к/м	Наименование детали, сд. единицы или материала																								
1	O15 Сварка T = 16,44 МИН																								
02	Приспособление сборочно сварочное ФЮРА.00000102000.000 СБ, полуавтомат LORCH P5500, горелка Г2-06 А, пирометр Fluke 63																								
03	1. Прихватить детали и распорки в порядке установки, количество прихваток – 78																								
04																									
05	O20 Перемещение T = 12,2 МИН																								
06	Строп 189975– 2 шт. кран мостовой (Q=3,2т).																								
07	1. Открепить сд. единицу от прижимов приспособления																								
08	2. Установить сд. единицу на манипулятор зафиксировать																								
09																									
10	O25 Сварка T = 526,2 МИН																								
11	Манипулятор сварочный МС-30, полуавтомат LORCH P5500, горелка Г2-06 А, пирометр Fluke 63																								
12	1. Выполнить предварительный подогрев для швов детали поз. 2. 250-300°С T = 10,8 МИН																								
13	2. Выполнить сварные швы T = 513,2 МИН																								
14	Швы выполняемые с подогревом																								
15	Тип соединения																								
16	Шов №3 T1-△ 14																								
17	3. Убрать два листа и установить по месту в размер 142±15 две детали поз. 17																								
																								5	

Дубл.																																	
Взам																																	
Подп																																	
															ФЮРА.МЮ.4.У.56.21100.020.000									<i>Рама перекрытия</i>									
А	Цех	Уч.	Рм	Опер	Код, наименование операции					См	Проф	Р	УТ	КР	КЮИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.													
Б	Код, наименование оборудования												Обозначение документа																				
к/м	Наименование детали, сд. единицы или материала																																
1	<i>Тип соединения</i>											<i>Длина, м</i>											<i>Расход, кг</i>										
02	Шов №6 Т3-△ 14											124											23										
03	Шов №13 нест. (18±2, 2±1)											0,080											0,210										
04	Шов №11 нест. (14±2, 1±1)											1,460											182										
05	<i>Сварные швы выполняемые без подогрева</i>																																
06	<i>4. Выполнить участки швов закрываемые поз. 7, 8, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 35, 36 на прогонах</i>																																
07	<i>Тип соединения</i>											<i>Длина, м</i>											<i>Расход, кг</i>										
08	Шов №2 Т1-△ 12											15,580											13,5										
09	Шов №5 Т3-△ 8											7											5,1										
10	Шов №12 нест. (25 <sup>±2</sup> )											0,080											0,250										
11	4. Kleimитить клеимом сварщика на поз. 1																																
12	5. Предъявить сварные швы БТК																																
13																																	
14												<i>ОЗО Слесарная</i>											<i>T = 22,4 мин</i>										
15	<i>Круг шлифовальный, машинка шлифовальная, долгарка, круг отрезной, молоток</i>																																
16	<i>1. Срезать распарки техн. в зоне установки накладок; Зачистить зону среза</i>																																
17	<i>зону под установку накладок от дрыгз</i>																																
<b>6</b>																																	

Дубл.																							
Взам																							
Ладп																							
												Рама перекрытия											
												ФЮРА, МЖУ, ЧУ, 56.21.100.020.000											
				Обозначение документа																			
				ФЮРА, МЖУ, ЧУ, 56.21.100.020.000																			
				Обозначение кода																			
				ФЮРА, МЖУ, ЧУ, 56.21.100.020.000																			
				Обозначение операции																			
				ФЮРА, МЖУ, ЧУ, 56.21.100.020.000																			
				Обозначение материала																			
				ФЮРА, МЖУ, ЧУ, 56.21.100.020.000																			
1	035 Контроль											T = 12,3 мин											
02	Набор ВИК "Эксперт", ультразвуковой дефектоскоп А1212 МАСТЕР																						
03	1. Проверить сварные швы закрываемые в дальнейшей сборке																						
04	2. Kleймить клеёмом БТК на поз. 1																						
05																							
06	040 Сборка											T = 76,9 мин											
07	Манулятор сварочный МС-30, кран-балка (Q=1т), молоток																						
08	1. Установить																						
09	– по месту детали поз. 7; 8; 9; 10; выдержать $\square/10$ размеры 360 <sup>±2</sup> <sub>1</sub> ; 360 <sup>±2</sup> <sub>1</sub> ; струпцинами $\equiv T 20 A_1$																						
10	– по месту по детали поз. 11; 12; 13; 14; 15; 16; 35; 36; выдержать размеры: 330 <sup>±2</sup> <sub>1</sub> ; 330 <sup>±2</sup> <sub>1</sub> ; 490±2; струпцинами																						
11	для поз. 15; 16 выдержать размеры 1055±3																						
12	– по месту две поз. 19 проверить размер 74,5±1,5																						
13	– в размеры: 230±1,5; 244±2; 289±2; 158±1,5 детали поз. 18; две поз. 22; поз. 23																						
14	3. Для обеспечения размеров 360 <sup>±2</sup> <sub>1</sub> ; 360 <sup>±2</sup> <sub>1</sub> ; установить по 2 распорки технологические 330±1,5x100x20 – две шт.																						
15	360±1,5x100x20 – две шт.																						
16	4. Kleймить клеёмом сборщика на поз. 1											T = 2,1 мин											
17												7											

Дубл.																				
Взам																				
Подп																				
		ФЮРА/МЖ/04.У56.21100.020.000															Рама перекрытия			
А	Цех	Уч.	Рм	Опер	Каод, наименование операции	См	Проф	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.				
Б	Каод, наименование оборудования					Обозначение документа														
к/м	Наименование деталц, сб. единицы или материала					Обозначение, код														
1						045 Сварка											T = 667,4 МИН			
02	Манипулятор сварочный МС-30, полуавтомат LORCH P5500																			
03	1. Прихватить детали и распорки в порядке установки количество прихваток – 64																			
04	2. Выполнить швы																			
05	Тип соединения				Длина м				Расход кг											
06	Шов №3 T1-△ 14				10,770				12,489											
07	Шов №5 T3-△ 8				8,640				5,1											
08	Шов №4 H1-△ 12				2,320				1,96											
09	Шов №8 ГОСТ 23518-79 T1				0,4				0,68											
10	Шов №14 □ нест. (19±2; 2 <sub>2</sub> )				7,14				10,14											
11	3. Клеить клеймом сварщика на поз. 1																			
12																				
13	050 Слесарная																			
14	Зубила круг шлифовальный, машинка шлифовальная болгарка круг отрезной																			
15	1. Зачистить зону под установку поз. 26 от брызг сварки																			
16	2. Срезать распорки технологические, зачистить зону среза																			
17																				
8																				









Дубл.																						
Взам																						
Подп.																						
														ФЮРА.МЖ.4.У.56.2100.020.000				Рама перекрытия				
А	Цех	Уч.	Рм	Опер	Код, наименование операции	См	Проф	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тлз.	Тшт.						
Б	Наименование детали, сд. единицы или материала														Обозначение документа							
К/м	Обозначение код														ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. расх.			
1	5. Выполнить св. швы																					
02	Тип соединения				Длинд, м				Расход, кг													
03	Шов №1 $\overset{P}{\nabla}$ T1- $\nabla$ 5				0,264				0,024													
04	Шов №3 T1- $\nabla$ 14				2,082				2,387													
05	Шов №4 H1- $\nabla$ 12				1,980				1,651													
06	Шов №8 ГОСТ 23518-79 T1				0,660				0,8													
07	Шов №9 ГОСТ 23518-79 T3				1,320				1,5													
08	6. Kleймить клеёмом сварщика на поз. 1																					
09																						
10	090 Слесарная														T = 66 мин							
11	Зудила круг шлифовальный, машинка шлифовальная																					
12	1. Зачистить св. швы от дрызг сварки																					
13	2. Проверить размеры 330 <sup>+2</sup> <sub>-1</sub> ; 330 <sup>+2</sup> <sub>-1</sub> ; 490+2; 360 <sup>+2</sup> <sub>-1</sub> ; 360 <sup>+2</sup> <sub>-1</sub> ; 430+1,5;																					
14	3. Зачистить св. швы помеченные знаком '♦♦', для проверки методом капиллярной дефектоскопии																					
15																						
16																						
17																						
12																						

