

**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
<b>РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА СБОРКИ-СВАРКИ РАМЫ ПЕРЕКРЫТИЯ КРЕПИ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ МКЮ4У.58</b>

УДК 622.285-21:621.757:621.791

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А51	Секурцев А.А.		

Руководитель / Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ / Старший преподаватель ЮТИ	Ильященко Д.П. / Кузнецов М.А.	к.т.н. / к.т.н.		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	к.т.н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Полицинская Е.В.	к.п.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

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

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

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

Юрга – 2020 г.

*Планируемые результаты обучения по ООП*

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

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

Студент гр. 3-10А51  
Руководитель ВКР / Консультант

А.А. Секурцев  
Д.П. Ильященко  
М.А. Кузнецов

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

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

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП «Машиностроение»  
Д. П. Ильященко  
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Дипломной проект

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-10A51	Секурцеву Алексею Алексеевичу

Тема работы:

Разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки рамы перекрытия крепи механизированной МКЮ4У.58	
Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	31.01.2020 г. № 7/с

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 практики
<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.</li><li>7. Социальная ответственность.</li></ol>

<p><b>Перечень графического материала</b> (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ФЮРА.0МКЮ.4У.179.00.000 СБ Рама перекрытия (А2х3, А1).</li> <li>2. ФЮРА.000001.179.00.000 СБ Приспособление сборочно-сварочное (А2х3, А1).</li> <li>3. ФЮРА.000002.179 ЛП Директивный техпроцесс 1 лист (А1).</li> <li>4. ФЮРА.000003.179 ЛП План участка 1 лист (А1).</li> <li>5. ФЮРА.000004.179 ЛП Карта организации труда 1 лист (А1).</li> <li>6. ФЮРА.000005.179 ЛП Система вентиляции участка 1 лист (А1).</li> <li>7. ФЮРА.000006.179 ЛП Экономическая часть 1 лист (А1).</li> <li>8. Технологическая схема сборки и сварки изделия</li> </ol>
--	--

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

(с указанием разделов)

Раздел	Руководитель / Консультант
Технологическая и конструкторская часть	Ильященко Д.П. / Кузнецов М.А.
Социальная ответственность	Солодский С.А.
Финансовый менеджмент	Полицинская Е.В.

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


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

--

**Задание выдал руководитель / консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ / Ст. преподаватель	Ильященко Д.П. / Кузнецов М.А.	к.т.н. / к.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
310А51	Секурцев А.А.		

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-10А51	Секурцеву Алексею Алексеевичу

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

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

1. Стоимость ресурсов инженерного решения (ИР): <i>материально-технических</i>	97449564,86 руб
<i>энергетических</i>	1372112,59 руб
<i>человеческих</i>	11833960,66 руб
2. Используемая система налогообложения	упрощенная
<i>ставка налогов</i>	13%
<i>ставка отчислений</i>	32,8%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Определение капитальных вложений
2. Расчет составляющих себестоимости
3. Расчет количества приведенных затрат

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Основные показатели эффективности ИР (технико-экономические показатели проекта)

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А51	Секурцев А.А.		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-10A51	Секурцеву Алексею Алексеевичу

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

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

<p>1. Описание технологического процесса, проектирование оснастки и участка сборки-сварки рамы перекрытия крепи механизированной на предмет возникновения:</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>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</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>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</i></li> <li>– <i>действие фактора на организм человека;</i></li> <li>– <i>приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</i></li> <li>– <i>предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</i></li> </ul> <p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности</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>Действие выявленных вредных факторов на организм человека. Допустимые нормы (согласно нормативно-технической документации). Разработка коллективных и рекомендации по использованию индивидуальных средств защиты.</p> <p>Источники и средства защиты от существующих на рабочем месте опасных факторов (электробезопасность, термические опасности и т.д.). Пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</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);</li> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>– разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>	Вредные выбросы в атмосферу.
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень возможных ЧС на объекте;</li> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</li> </ul>	Перечень наиболее возможных ЧС на объекте.
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны</li> </ul>	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
<b>Перечень графического материала:</b>	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	Лист-плакат Система вентиляции участка

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

**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
3-10А51	Секурцев А.А.		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа 119 с., 2 рисунка, 25 таблиц, 39 источников, 3 приложения, 10 л. иллюстраций

Ключевые слова: сварочные процессы, технологические процессы, режимы сварки, сила сварочного тока, сварочный аппарат, производительность, схема участка, приспособление, безопасность производства, себестоимость.

Актуальность работы: в данной выпускной квалификационной работе разрабатывается участок сборки- рамы перекрытия МКЮ.4У.

Объектом исследования является процесс изготовления рамы перекрытия МКЮ.4У.

Цели и задачи исследования (работы). Получение производства с максимальной степенью механизации и автоматизации усиливающей производительность труда.

В процессе работы рассчитаны режимы сварки, подобрано сварочное оборудование, пронормированы сборочно-сварочные операции.

ВКР выполнена в программе Microsoft Word 2016 и КОМПАС–3DV10 и представлена на диске (в конверте на обороте обложки).

## Abstract

Graduation paper 119 p., 2 figures, 25 tables, 39 sources, 3 applications, 10l. of illustrations

Key words: welding processes, technological processes, welding modes, welding current strength, welding machine, productivity, section diagram, fixture, production safety, cost price.

Relevance of the work: in this final qualifying work, a section of the assembly-frame of the MKYu.4U overlap is developed.

The object of research is the manufacturing process of the MKU.4U floor frame.

The goals and objectives of the study (work). Getting production with the maximum degree of mechanization and automation enhancing labor productivity.

During operation, welding modes are calculated, welding equipment is selected, assembly and welding operations are normalized.

WRC performed in MicrosoftWord2016 and

KOMPAS – 3DV10i is presented on the disc (in an envelope on the back cover).

## Оглавление

Введение	15
1 Обзор и анализ литературы	17
1.1 К вопросу о саморегулировании дуги при сварке плавящимся электродом	17
1.2 Особенности анодных процессов дуги при сварке плавящимся электродом в защитных газах	18
1.3 О влиянии электрической емкости в сварочной цепи на устойчивость режима дуговой сварки	19
1.4 Заключение	21
2 Объект и методы исследования	22
2.1 Описание сварной конструкции	22
2.2 Требования НД предъявляемые к конструкции	22
2.3 Методы проектирования	27
2.4 Постановка задачи	29
3 Разработка технологического процесса	30
3.1 Анализ исходных данных	30
3.1.1 Основные материалы	30
3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки	35
3.1.3 Выбор вспомогательных материалов	36
3.2 Расчет технологических режимов	37
3.3 Выбор основного оборудования	41
3.4 Выбор оснастки	43
3.5 Составление схемы общей сборки. Определение рациональной схемы разделения конструкции на сборочные единицы	43
3.6 Выбор методов контроля, регламент, оборудование	45
3.7 Разработка технической документации	47
3.8 Техническое нормирование операций	48
3.9 Материальное нормирование	51

3.9.1	Расход металла	51
3.9.2	Расход сварочной проволоки	51
3.9.3	Расход защитного газа	51
3.9.4	Расход электроэнергии	52
4	Конструкторский раздел	53
4.1	Проектирование сборочно-сварочных приспособлений	53
4.2	Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений	53
5	Проектирование участка сборки-сварки	56
5.1	Состав сборочно-сварочного цеха	56
5.2	Расчет основных элементов производства	57
5.2.1	Определение количества необходимого числа оборудования	57
5.2.2	Определение состава и численности рабочих	58
6	Финансовый менеджмент	60
6.1	Финансирование проекта и маркетинг	60
6.2	Сравнительный экономический анализ вариантов	60
6.2.1	Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления	61
6.2.2	Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями	62
6.2.3	Определение затрат на основные материалы	63
6.2.4	Определение затрат на вспомогательные материалы	64
6.2.5	Определение затрат на заработную плату	65
6.2.6	Определение затрат на заработную плату вспомогательных рабочих	65
6.2.7	Заработная плата административно-управленческого персонала	66
6.2.8	Определение затрат на силовую электроэнергию	67
6.2.9	Определение затрат на сжатый воздух	67
6.2.10	Определение затрат на амортизацию оборудования	68
6.2.11	Определение затрат на амортизацию приспособлений	68
6.2.12	Определение затрат на ремонт оборудования	69
6.2.13	Определение затрат на содержание помещения	70

6.3 Расчет технико-экономической эффективности	70
6.4 Основные технико-экономические показатели участка	71
7 Социальная ответственность	73
7.1 Описание рабочего места	73
7.2. Законодательные и нормативные документы	74
7.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	76
7.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке	81
7.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды	81
7.4.1 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов	84
7.5 Охрана окружающей среды	84
7.6 Защита в чрезвычайных ситуациях	86
7.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	86
Заключение	88
Список использованных источников	89
Приложение А. (Спецификация Рама перекрытия)	93
Приложение Б (Спецификация Приспособление сборочно-сварочное)	96
Приложение В (Технологический процесс)	98
Дискета CD	В конверте на обложке
Графическая часть	На отдельных листах
ФЮРА.0МКЮ.4У.179.00.000 СБ Рама перекрытия.	Формат А2х3, А1
Сборочный чертеж	
ФЮРА.000001.179.00.000 СБ Приспособление сборочно- сварочное	Формат А2х3, А1
ФЮРА.000002.179 ЛП Директивный техпроцесс	Формат А1

ФЮРА.000003.179 ЛП План участка	Формат А1
ФЮРА.000004.179 ЛП Карта организации труда на производственном участке. Лист плакат	Формат А1
ФЮРА.000005.179 ЛП Система вентиляции участка	Формат А1
ФЮРА.000006.179 ЛП Экономическая часть Технологическая схема сборки и сварки изделия	Формат А1

## Введение

Сварка электрической дугой представляет собой способ соединения металлических частей, отличающееся тем, что части должны быть соединены методом расплавления дуговым разрядом в области их контакта, с последующим отверждением и образования надежного соединения. Источник тепла для сварки электрической дугой является электрический разряд в ионизированной смеси паров материалов и газов, характеризуется высокой плотностью тока и высокой температурой (4500-6000 °С) выше, чем в известной точке плавления металла.

После того, как понятие «сварка металлов» прочно утвердилось в современном языке, практически ни одна отрасль не осталась в стороне от ее применения. Строительство в промышленном и малом масштабе, является самой крупной отраслью, в которой используется соединение металла. Это связано с преимуществами сварки: быстрый процесс, прочность соединения, экономическая составляющая. В общем, все те качества, которые нужны для успешной работы.

Ведущим процессом дуговой сварки в защитном газе является процесс сварки в среде специальных смеси газов. Такие газы окружают сварочную ванну и дугу и металл подверженный плавлению, и следовательно устраняют влияние окружающей среды от окисления и азотирования. Работая в защитных газах можно выделить множество положительных моментов, таких как защита сварки от действия кислорода и азота воздуха, также не мало важную роль сыграют механические свойства сварного шва и высокоэффективный процесс сварки; Нет потребности использовать флюс, а следовательно очищать шов от грязи. Также большим достоинством являются такие факторы как небольшая зона теплового воздействия и возможность наблюдать за формированием шва.

Данная выпускная квалификационная работа содержит проект участка сборки и сварки рамы перекрытия. От проектирования данного участка

ождается получение производства с наибольшей степенью механизации и автоматизации, повышающей производительность труда, качество сварного изделия, улучшение условий труда.

В настоящее время в сварочном производстве ведущее значение имеет снижение себестоимости изделия и увеличение производительности труда. Это гарантирует качественно лучшее применение рабочей силы в производственном процессе и повышает конкурентоспособность изделия на потребительском рынке, и это важнейшая задача в современной экономической политике России.

## 1 Обзор и анализ литературы

### 1.1 К вопросу о саморегулировании дуги при сварке плавящимся электродом

В современной технологии сварки и наплавки известны две группы систем регулирования дуги. Первая – системы автоматического (принудительного) регулирования, вторая – саморегулирования сварочной дуги. Системы автоматического регулирования, например, с управлением скорости подачи электрода и/или с управлением сварочным током и напряжением сложны и дороги. Их использование неизбежно, когда необходимо поддерживать параметры режима в строго ограниченных пределах, например, при сварке и наплавке весьма ответственных сложных конструкций, или при необходимости строго соблюдать наперед заданный алгоритм изменений параметров, например, при сварке с управлением процесса переноса капель электродного металла через дуговой промежуток.

В последние годы возрос интерес к проблеме саморегулирования дуги при сварке плавящимся электродом, поскольку изучение этого события формирует результативный инструментарий понимания физических процессов, способствующих формированию неразъемных соединений различными способами дуговой сварки.

Существующая система саморегулирования дуги, при которой скорость подачи электрода, а также ток и напряжение устанавливают на аппаратуре до начала процесса сварки и сохраняют на протяжении всего процесса, предельно проста и дешева, массово применяется в производстве. Саморегулирование, кроме того, способствует значительному повышению устойчивости работы схем автоматического регулирования сварочной дуги [1].

## 1.2 Особенности анодных процессов дуги при сварке плавящимся электродом в защитных газах

В данном разделе описываются особенности влияния анодных процессов. Для начала следует напомнить что сварка плавящим электродом происходит за счет применения тока обратной полярности. С точки зрения автора, само по себе такое явление как анодный процесс вызывает научную заинтересованность, поскольку может оказывать существенное влияние на производительность сварки и свойства сварного соединения. Перейдем к технологическим свойствам сварочной дуги. Свойства можно представить как совокупность некоторых физических и химических воздействий на электроды. Такие воздействия как правило и определяют с какой силой будет плавиться электрод, как сформируется в последующем шов. Опираясь на данные современных исследований в иностранной и отечественной литературе, можно обнаружить что проведено не мало исследований касаемых сварки в защитных газах. Несомненно эти исследования внесли серьезный вклад, однако, проблема развития способов управления технологическими параметрами анодных процессов дуги при сварке током обратной полярности также остается актуальной. Вышеизложенное подчеркивает необходимость рассмотрения данной проблемы более детально.

В результате изучения различных источников по сварке в защитных газах плавящимся электродом, при обнаружении анодных процессов учитываются факторы малой протяженности анодной области и достаточно не маленькой концентрации энергии, высокой температуры, наличия и направления плазменных потоков. Очевидно что в дугах с плавящимся электродом присутствует движение анодного пятна и однозначно оно влияет на сварочную дугу, создавая колебания [2].

### 1.3 О влиянии электрической емкости в сварочной цепи на устойчивость режима дуговой сварки

Вопросы влияния емкости нашли своё отражение в некоторых других научных работах [3] где было уделено внимание влиянию емкости на процессы которые протекают в дуге от источника постоянного тока. Чтобы исследовать данные процессы, автором использовалась схема замещения электродуги двухполюсником, включающая дифференциальное сопротивление дуги и последовательно с ним включенной малой паразитной индуктивностью, зашунтированной активным сопротивлением, а параллельно двухполюснику подключена емкость [4].

В качестве исследуемого образца взята установившихся режимов в электрической цепи с дугой, включенной последовательно индуктивностью и зашунтированной емкостью (смотри рисунок 1.1). Эта же дуга рассматривалась индивидуально как определенный элемент электрической цепи, статическая вольт-амперная характеристика (ВАХ) которой отображает основные свойства дуги и имеет решающее значение для выбора способа ее питания и стабилизации.

Были [4] получены условия асимптотической устойчивости таких установившихся режимов в виде следующих неравенств:

$$R+S_a>0, L+S_a \cdot R \cdot C>0, \quad (1.1)$$

где  $S_a = du_a/di$  – тангенс угла наклона ВАХ электрической дуги (дифференциальное сопротивление дуги) в окрестности точки, соответствующей установившемуся режиму, а смысл остальных обозначений понятен из рисунка.

Из выражений (1.1) можно заключить, что если  $S_a \geq 0$ , то два таких неравенства будут выполнены и, следовательно, такой установившийся режим будет асимптотически устойчив при любых значениях емкости  $C$ . Если же  $S_a < 0$  (падающий участок ВАХ дуги), то установившийся режим будет

асимптотически устойчивым только для тех значений параметров цепи, которые удовлетворяют условиям:

$$R > |S|_a, C < \frac{L}{R \cdot |S|_a}. \quad (1.2)$$

Неравенство приведенное в (1.2) называют критерием Кауфмана и записывают в виде  $|\partial u_R / \partial i| > |\partial u_a / \partial i|$ :

где  $u_R$  – падение потенциала на сопротивлении  $R$ .

Результаты, полученные в [4], относятся к случаю, неизменности длины горения электрической дуги.

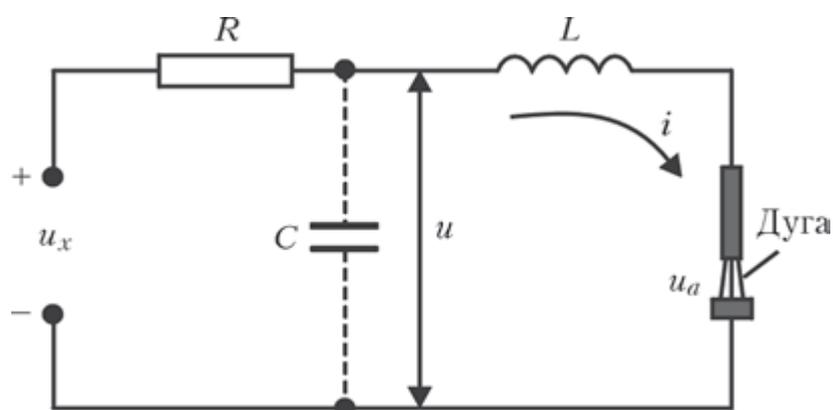


Рисунок 1.1 Схема цепи с электрической дугой, сопротивлением  $R$ , индуктивностью  $L$  и емкостью  $C$

Возникает вопрос – как влияет емкость на устойчивость процессов, протекающих в реальной сварочной цепи при дуговой сварке плавящимся электродом в среде защитного газа, когда длина дуги в принципе является переменной величиной? Изучив значительное количество научных публикаций, автор отмечает что вопрос остается плохо изученным в настоящее время. Следует выделить что сварка плавящимся электродом в среде защитного газа остается популярной технологией в сварочном производстве. Автор считает, что вышеуказанный вопрос может имеет существенное значение и требует всестороннего исследования [5].

## 1.4 Заключение

Сущность вышеизложенного сводится к тому, что все большую и большую значимость представляют разработки, предполагающие развитие технологических возможностей и повышение производительности полуавтоматической сварки в защитных газах. Как ранее уже отмечалось, сварка в защитных газах электродной проволокой происходит током обратной полярности, а потому анодные процессы имеют научную значимость с позиции управления технологическими свойствами процесса сварки. К довершению данной главы хотелось бы сказать, что, несмотря на то, что сварка в защитных газах существует уже достаточно долгое время, процессы, которые протекают при сварке еще остаются малоизученными. Сварка в защитных газах сама по себе экономична и имеет много достоинств начиная от качества выполненного шва до удобного управления режимами сварки, поэтому выбирается механизированная сварка в смеси газов ( $Ar+CO_2$ ).

## 2 Объект и методы исследования

### 2.1 Описание сварной конструкции

Рама перекрытия МКЮ.4У представляет собой основную часть крепи МКЮ.4У. Крепь механизированная МКЮ.4У – 18/43 поддерживающе-оградительная, предназначена для механизации крепления призабойного пространства, поддержания и управления кровлей способом полного обрушения, передвижки забойного конвейера при ведении очистных работ на пластах с углом падения вдоль лавы до 25°, вдоль столба до 10°. Крепь оснащается устройствами якорения, правки, а также корректировки трассы и удержания лавного конвейера. Конструкция изделия изображена на чертеже ФЮРА.0МКЮ.4У.179.00.000 СБ. Габаритные размеры изделия: 4695 мм×1440 мм×335мм.

Масса, кг: 4380кг.

Рама перекрытия подвергается непосредственному воздействию высоких динамических нагрузок и вибрации.

Изделие эксплуатируется в воздушной среде. В процессе эксплуатации возможен ремонт сваркой отдельных частей конструкции.

### 2.2 Требования НД предъявляемые к конструкции

Сварочные работы начинаются согласно существующим на предприятии инструкциям, с содержанием особенностей производства [6].

Специально разработанные государственные стандарты четко предписывают требования к характеристикам металла производимого сварного соединения. Выделяя основные требования, можно отметить что сопротивление металла шва не может быть ниже основного металла, также твердость металла не может быть больше 350HV (340HB, 53HRB) в случае

если конструкция относится к первой категории и не больше 400HV (380HB, 100HRB) для конструкций других категорий. Ударная вязкость при отрицательной температуре в проекте не может быть ниже 29 Дж/см<sup>2</sup>, если это не соединения произведенные электрошлаковой сваркой. Также относительное удлинение не меньше 16 %.

Для того чтобы обеспечить высококачественное производство сварки и сварных соединений необходимо использовать соответствующее оборудование и техника на предприятии. Для того чтобы не менялись параметры режима оборудования, существует определенный вид контроля – операционный [6].

Ручная дуговая сварка как способ весьма широко применяется в выполнении прихваток и сборке конструкций, соответственно устраняет и дефекты в сварных соединениях. Переходя к рассмотрению сварки под слоем флюса можно сказать о том, что ее применение находит в увеличении металлических заготовок при сварке элементов крепления конструктивных деталей. Еще одна разновидность сварки – полуавтоматическая, в защитных газах зарекомендовала себя как эффективный вид сварки и наиболее качественно сваривающая изделия.

Разработанные инструкции на заводах и различных предприятиях отражают необходимые требования по соблюдению техники сварки. Это в свою очередь может гарантировать хорошее качество сварного соединения и сократить затраты трудоемкости. Все специфические особенности и типы дуговой сварки излагаются в специальных разработанных инструкциях на предприятии. Перед тем как начать сварочные работы, осуществляется проверка точной сборки конструкции производственным мастером [6].

Свариваемые кромки вместе с прилегающей зоной металла должна быть шириной не менее 20 мм. Кроме этого кромки листов перед сборкой очищаются от масла и грязи до чистоты металла. Данный процесс необходимо повторить перед самим процессом сваркой.

Сварка производится в пространственном положении, которое должно создавать правильное формирование шва. Следует учесть, что большой объем шва может сказаться негативно, поэтому не следует наплавлять его за один проход.

Прежде чем выполнить валик многослойного шва необходимо очистить предыдущий валик и прихват от загрязнений и капель металла. В местах слоя шва удаляются поры и трещины.

Расхождения в швах не должны превышать норм в установленных в ГОСТ 14771 [6].

Рядом с швом выполненной конструкции проставляется клеймо сварщика, который выполнял шов. Расстояние клейма от границы шва должно составлять не менее 4 см [6]. По окончании всех сварочных работ производится проверка качества сварного соединения, в пределах предприятия. Рассмотрим подробнее о сущности такого мероприятия как контроль качества.

Данный вид контроля включает два типа проводимых мероприятия по оцениваю качества изделияю Это операционный и приемочный контроль. 4 [6]). Описывая сущность операционного контроля, можно сказать что он обязателен на всех стадиях производства сварочных работ, к примеру на стадии подготовки сварочных материалов или сборки. Также контроль устанавливается за профессиональными качествами сварщика – правильностью выполненных работ сварщиком и соответствие его квалификации. Весь контроль основывается на типовых инструкциях и локализованных документах на уровне предприятия. В инструкциях предусматривается специфичность применяемого оборудования и соответствующих измерительных приборов. Характеризуя второй вид контроля – приемочный, можно сказать что он основывается на методах, применяемых в разных сочетаниях в зависимости от конструкции, эксплуатации и степени ответственности. Это методы ультразвука, радиографии, капиллярные и механические испытания контрольных образцов.

Шов сварного соединения делится на первую, вторую и третью категории. В зависимости от конструктивного оформления, условий эксплуатации и степени ответственности швы сварных соединений разделяются на I, II и III категории, характеристика которых приведена в таблице 8 [6]. Методы и объемы контроля качества сварных соединений указаны в таблице 9 [6].

После проведения контроля делается заключение которое подписывается специалистом – дефектоскопистом. В заключении также ставится отметка об применении специальных методах контроля в швах.

Некоторые места швов могут быть подвергнуты выборочному контролю, если в местах замечены признаки отклонений или дефектов. Такой контроль может установить плохое качество шва, вплоть до выявления границ того участка где имеется дефект.

Визуальный осмотр шва должен соответствовать определенным условиям, т.е быть гладким без резких переходов к основному металлу [6] , быть плотным и не иметь видимых дефектов, недопустимых подрезов и непроваров, должны отсутствовать различные включения начиная от пор до разных видов загрязнений. Не мало важно чтобы металл шва и околошовная часть не имели трещин в независимости от ее диаметров [6].

Если все таки обнаружались сварные соединения не удовлетворяющие требованиям по качеству, то их все таки следует исправить. Какой будет способ исправления выбирает сам ответственный сварочных работ. Можно отметить, что неправильные швы исправляются к примеру путем механической зачистки или переварки дефектных участков, Возможно также частичное или полное удаление, с соответствующей переваркой.

Наплывы обрабатываются абразивным инструментом, различные подрезы и непровары подваривают и зачищают. Места на которых имеются достаточно большое количество пор и различных загрязнений перевариваются полностью повторно.

Если в металле сварного соединения обнаруживаются трещина, то устанавливаются на сколько она глубока и ее длина. Засверливаются концы трещин (отверстие в диапазоне 5-8 мм) с припуском по 15 мм с каждого конца. Следом будет проводиться подготовка участка под заварку. Для этого создаются специальной формы разделки кромки (И-образная форма).

Таким же образом подготавливаются к ремонту участки в случае исправления шва с превышающим количеством швов. В швах типов 5,7-12 по классификации таблицы 8 [6] настоящего документа поры и загрязнения можно производить увеличением расчетного сечения швов путем подварки без предварительной разделки металла

Когда участок который необходимо исправить подготовлен к ремонту, то он исправляется в основном тем же и способом которым был изначально выполнен шов. Незначительный дефектный шов может быть исправлен ручной дуговой сваркой электродами диаметрами 3-4 мм. При этом необходимо учесть, что твердость металла не должна быть выше 400, при этом может появиться необходимость изначального подогрева участка подлежащего исправлению.

Допустимо исправить зачисткой без применения заварки подрезы глубиной не более 0,5 мм при толщине проката до 20 мм и не более 1 мм при толщине проката свыше 20 мм, а также местные подрезы (длиной до 20% длины шва). После того, как на участке шва были устранены дефекты, то применяется повторный контроль. В протоколе отмечаются результаты приемочного контроля.

В случае, если после сварки имелись какие либо оставшиеся деформации, приведенные в таблице 7 [6] настоящего документа, и они превышают допустимые величины, то они тоже подлежат исправлению. Спектр методов исправления достаточно широк, можно применять как механическое, термическое так и в сочетании двух перечисленных способов. Исключаются новообразовавшиеся вмятины, забоины и повреждения на поверхности стального материала.

Недопускатся подвергать уже нагретый металл охлаждению [6].

## 2.3 Методы проектирования

Проектирование представляет собой процесс поиска эффективных и уникальных решений в последующем оформляемых в виде документов. Проектирование включает в себя этапы связанных действий, которые предполагают применение различных приёмов. Трудность проектирования заключается в необычности проектных обстоятельств. Такие обстоятельства предполагают необходимость овладения различными знаниями методов.

Методом именуется совокупность операций или действий, благодаря которым достигаются определенные результаты. Обратим внимание, что выбирая тот или иной метод, необходимо учитывать вид задачи который необходимо решить а также индивидуальные в совокупности качества человека. Очевидно, что существенную роль играют особенности мышления а также темперамент. Не мало важно обладание качеством принимать смелые решения и отвечать за них. Необходимо также отметить что важную роль сыграют организация труда и наличие требуемой офисной техники и канцелярии.

В конечном счете определившись с методом, перед нами встает огромный выбор решений, из которых потом требуется выбрать конечное и определяющее. В большинстве случаев останавливаются на том решении, которое будет перспективно. Для того чтобы добиться нужного решения, применяются разнообразные методы, как для сложных задач так и для упрощенных задач. Автором систематизированы методы, чаще используемые в проектировании. Обращается внимание на ресурсы в которых наиболее представлена информация о методах. Прежде чем рассмотреть основные группы методов, необходимо прояснить что разрабатывая определенный тип устройства, необходимо дать некоторые словесные описания а в последующем

и детальные чертежи и образы. В дальнейшем процесс разработки будет включать применение характерных моделей. Перейдем к рассмотрению методов. Можно выделить эвристические, экспериментальные и формализованные методы.

Чтобы прояснить сущность работы метода конструирования, необходимо прояснить, что прежде чем найти специфичное решение, нужно использовать как правильно творческие идеи. К сожалению, не все решения реализовываются на практике, а потому, привлекаются ранее опробованные решения, которые в последствии усовершенствуются. Конечно к такому решению есть определенные требования реализуемости и эффективности, поэтому новизна решения будет заключаться в ступенчатом внесении изменений, применяя те самые методы и подходы, по другому именуемые как методы конструирования. На их основе существуют методы модификации, стандартизации и другие.

Существует метод конструктивной преемственности. Суть его заключается в усовершенствовании имеющейся конструкции путем добавления каких либо вторичных деталей. Это может обуславливаться изменением ранних характеристики модели или замены устаревшей части, которая не отвечает современным требованиям. Теперь попытаемся проанализировать этапы рассматриваемого метода. Начальные этапы предполагают разработку новых требований к конструкции и соответственно выявление деталей подлежащих замене; в дальнейшем осуществляется поиск решения по усовершенствованию деталей, подлежащих замене.

Данный метод широко использует творческие методы. В качестве примера, для того чтобы выявить устаревшие детали в конструкции, разумнее будет использовать метод разделения целого по частям. Конструкция разбивается по частям, выбираются те детали, которые предположительно могут давать сбой в работе изделия. Соответственно если деталь, подлежащая замене не представляет сложности, то можно будет быстро заменить её и тем самым добиться улучшения конструкции. При этом не нужно тратить много

времени и не будет необходимости переорганизовывать по новому весь технологический процесс. Важным моментом в этом процессе является то, что необходимо проверять совместимость новой части с другими оставшимися частями. Это делается по некоторым геометрическим параметрам, и другим иным характеристикам. Обобщая выше сказанное, хотелось бы добавить, что прежде чем найти подход к задаче, инженеру необходимо иметь план либо представление о порядке ожидаемого результата и предположительного решения [7, 8, 9].

## 2.4 Постановка задачи

Целью работы является разработка технологии и проектирования участка для изготовления рамы перекрытия.

Задачей данной выпуклой квалификационной работы является изучить составные детали изделия, определить марку стали, выбрать метод сварки, определить режимы сварки и сварочные материалы, пронормировать операции, составить технологический процесс, рассчитать необходимое количество оборудования и численность рабочих.

### 3 Разработка технологического процесса

#### 3.1 Анализ исходных данных

##### 3.1.1 Основные материалы

Рама перекрытия – это цельносварная конструкция из элементов листового проката и литых деталей изготовленная из следующих марок стали: 14ХГ2САФД, 09Г2С, 10ХСНД, 35Л.

Химический состав и механические свойства стали 14ХГ2САФД приведены в таблицах 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1 – Химический состав стали 14ХГ2САФД в % [10]

C	Mn	Si	Cu	Cr	N	Ni	V	P	S
0,08-0,14	0,11-0,17	1,2-1,6	0,9	<0,05	0,9	<0,8	0,2	Не более	
								0,035	0,04

Таблица 3.2– Механические свойства стали 14ХГ2САФД [10]

$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta_5$ , %	KCU <sub>40</sub> МДж/м <sup>2</sup>
390	530	19	0,5

Химический состав и механические свойства стали 09Г2С приведены в таблицах 3.3 и 3.4.

Таблица 3.3– Химический состав в % стали 09Г2С (ГОСТ 5520-79) [10]

Si	Mn	C	P	S	Ni	Cr	Cu	As
		не более						
0,50-0,80	1,30-1,70	0,12	0,035	0,040	0,30	0,30	0,30	0,08

Таблица 3.4– Механические свойства стали 09Г2С [10]

$\sigma_B$ , МПа	$\sigma_T$ , МПа	$\delta_5$ , %	$\psi$ , %	KCU <sub>40</sub> Дж/см <sup>2</sup>
477	325	21	-	29

09Г2С – Сталь конструкционная для сварных конструкций. Применяется для изготовления различных деталей и элементов сварных металлоконструкций, работающих при температуре от  $-70$  до  $+425^{\circ}\text{C}$  под давлением.

Химический состав и механические свойства стали 35Л приведены в таблицах 3.5 и 3.6.

Таблица 3.5 – Химический состав стали 35Л в % (ГОСТ 977-88) [10]

C	Si	Mn	Cr	Ni	V	P	S
0,32-0,40	0,20-0,52	0,45-0,90	-	-	-	Не более	
						0,040	0,045

Таблица 3.6 – Механические свойства стали 35Л [10]

$\sigma_{\text{T}}$ , МПа	$\sigma_{\text{B}}$ , МПа	$\delta_5$ , %	$\psi$ , %	КСУ <sub>40</sub> Дж/см <sup>2</sup>
275	491	15	25	34

Сталь 35Л – для отливок нелегированная. Применяется для изготовления станин прокатных станов, зубчатых колес, тяги, бегунков, задвижек, балансиров, диафрагм, катков, валков, кронштейнов и других деталей, работающих под действием средних статических и динамических нагрузок.

Состав и механические свойства стали 10ХСНД приведен в таблицах 3.7 и 3.8.

Таблица 3.7 – Элементный состав стали 10ХСНД, % (ГОСТ 19281-89) [10]

C	P	S	As	N	Si	Mn	Cr	Ni	Cu
Не более									
0,12	0,035	0,040	0,08	0,012	0,8-1,1	0,5-0,8	0,6-0,9	0,5-0,8	0,4-0,6

Таблица 3.8 – Механические свойства стали 10ХСНД [10]

$\sigma_{\text{T}}$ , МПа	$\sigma_{\text{B}}$ , МПа	$\delta_5$ , %	$\psi$ , %	КСУ <sub>40</sub> Дж/см <sup>2</sup>
390	530-685	19	-	39

10ХСНД – низколегированная сталь сварочных хорошо средней сваривается mig/mag всеми зонтов способами водой сварки проплав не имеющая затраты склонности процессом к отпускной число хрупкости. Сталь должны предназначена сварке для результат изготовления углерода сварных излучения металлоконструкций снижение и различных рабочими изделий, работам к которым приведены предъявляются вступать требования формуле повышенной нормы прочности степень и коррозионной здоровья стойкости оставался с ограничением вопросу массы, условия работающих работ при факторов температуре рабочих окружающей сварки среды системы от минус 70 0С вывод до плюс 450 0С [10].

Подбирая материал, влияющим фактором будет свариваемость. Прежде чем дать определение свариваемости металлов, нужно понимать физическую природу сварки и отношения к ним металлов. Сама сварка – это высокопроизводительный процесс, в его основе протекают различные процессы от термического воздействия на металл до процессов плавления кристаллизация металлов в зоне сплавления. Таким образом, свариваемость определяется взаимозависимостью металла к основным процессам. Свариваемость рассматривается с технологической и физической точки зрения [11].

Воздействие на металл таких факторов как плавление и температура в околосшовных зонах определяются способом сварки, его режимами. Совместимость металла с конкретным видом сварки и режима называется технологическая свариваемость. Физическую свариваемость, возможно, диагностировать процессами, происходящими в участке сплавления свариваемых металлов. Так образуется монолитное сварное соединение.

Определить физическую свариваемость возможно свойствами соединяемых металлов, такими как способность, создавать между собой требуемые физико-химические отношения. У гомогенных металлов присутствует физическая свариваемость.

Ниже перечислены негативные последствия способные

спровоцировать факторы высокого нагрева

Появление трещин как следствие применения значительных напряжений.

Загрязнение металла шва является результатом возникновения в процессе сварки трудноудаляемых окислов.

Возникновение пористости и газовых раковин в наплавленном металле ведет к нарушению плотности и прочности сварного соединения.

Когда используются разные методы сварки можно увидеть окисление элементов сплава. Известно, что в стали, может выгореть углерод и другие элементы, происходит окисление железа. Учитывая такие факторы, в определении технологической свариваемости необходимо учитывать:

- установление элементного состава и свойств металла шва при определенном способе сварки;
- оценка структуры и механических свойств околошовной зоны;
- учитываются риски образования трещин в стали;
- окислы металлов и плотности сварного соединения должны при сварке оцениваться.

Способы, определяющие технологическую свариваемость делятся на две группы, первая из которых это группа прямых способов, а вторая группа – косвенные способы. Разница между этими группами состоит в том, что прямые способы – это когда свариваемость можно определить сваркой образцов той или иной формы, а косвенные способы, предполагают замену сварочного процесса другими процессами (имитация влияния сварочного процесса). Прямые способы могут дать ответ на вопрос о предпочтительности способа сварки, о трудностях, которые могут возникнуть, о рациональности режима сварки и т.п. Косвенные методы не способны ответить на все вопросы, связанные с практическим осуществлением сварки металлов. Такие методы можно рассматривать только в рамках предварительных лабораторных испытаний.

Выделим четыре категории стали, по степени качества свариваемости.

Первая категория это качественно сваривающиеся стали, вторая категория - удовлетворительно сваривающиеся стали, третья категория - недостаточно качественные стали и последняя четвертая категория – низкосваривающиеся стали.

Характеризуя свариваемость сталей, можно отметить, что склонность к образованию трещин и механические свойства сварного соединения являются ключевыми факторами.

Для того чтобы узнать стойкость металла к образованию трещин, французский ученый Сефериан разработал формулу, определяющую эквивалентное содержание углерода [10]:

$$C_{\text{ЭКВ}}=C+(Mn/6)+(Si/24)+(Ni/10)+(Cr/5)+(Mo/4)+(V/14), \quad (3.1)$$

символ каждого элемента обозначает максимальное содержание его в металле в процентах.

Если углеродный эквивалент  $C_{\text{ЭКВ}}$  превышает 0,45 процентов, то для обеспечения стойкости околошовной зоны и недопущения трещин и закалочных структур применяется предварительный подогрев, а в ряде случаев и последующая термообработка свариваемого металла.

Рассчитаем эквивалентное необходимое содержание углерода для стали типа 14ХГ2САФД:

$$C_{\text{ЭКВ}}=0,14+(0,05/5)+(0,17/6)+(1,2/24)+(0,2/14) = 0,243 \text{ \%}.$$

Рассчитаем эквивалентное необходимое содержание углерода для стали типа 09Г2С:

$$C_{\text{ЭКВ}}=0,09+(1,3/6)+ (0,12/24) = 0,31 \text{ \%}.$$

Рассчитаем эквивалентное необходимое содержание углерода для стали типа 10ХСНД:

$$C_{\text{ЭКВ}}=0,12+(0,5/6) +(0,8/24)+ (0,5/10)+(0,6/5) = 0,29 \text{ \%}.$$

Рассчитаем эквивалентное необходимое содержание углерода для стали 35:

$$C_{\text{ЭКВ}}=0,35 + (0,8/6) = 0,48 \text{ \%}.$$

Низколегированная конструкционная сталь 10ХСНД – согласно ГОСТ19281-73 [11]. Углеродистая низколегированная сталь согласно ГОСТ 14637-89 [11]. Перечисленные стали можно отнести к первой категории свариваемости, так как обладают хорошей свариваемостью.[11]. Установлены ограничения только по минимальной температуре окружающей среды (не ниже минус 10 градусов по Цельсию), по скольку этот фактор способствует ускоренному охлаждению шва. Вдобавок, наплавленный металл легируется марганцом и кремнием через сварочную проволоку. Как показывает практика, при сварке стали 14ХГ2САФД подогрев не требуется (при условии четкого соблюдения режимов сварки, температуры окружающего воздуха не ниже +5°С и толщине металла не более 30 мм). Все перечисленные условия в предлагаемом проекте соблюдены, поэтому сварку стали 14ХГ2САФД ведем без подогрева.

### 3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки

Конкретный способ сварки можно выбрать опираясь на известные уже стандартные и специальные методы сварки. Подготавливаемая технология будет наиболее эффективно соответствовать последним требованиям и иметь прагматичность и выгодность. Начнем с того, что если выбирается определенный способ, то он должен соответствовать по изначально заданным параметрам.

Выбираем для стали 14ХГ2САФД, 09Г2С, 10ХСНД, 35Л упомянутые виды сварки - полумавтоматическая и автоматическая сварка в инертных газах  $Ar+CO_2$  электродной проволокой. Диаметр ее должен варьироваться от 0,8...2,0 мм; у автоматической дуговой сварки под слоем флюса диапазон электродной проволоки составляет от 1,6...5,0 мм [13].

В конечном итоге, выбор делаем на сварку плавящимся электродом с среде смеси газов аргона и углекислого газа, в процентном соотношении –

Аргон – 80 %, углекислый газ – 20%. Выбор объясняется эффективностью и рациональностью. Сварка под слоем флюса не будет применяться, поскольку в изделии не имеются протяженные швы, удобные для такого вида сварки.

### 3.1.3 Выбор вспомогательных материалов

Для сварки в среде защитных газов выберем сварочную проволоку [14] Св-08ГСМТГОСТ 2246-70 диаметром 1,2 миллиметра.

Химический состав проволок представлен в таблице 3.9 и 3.10.

Таблица 3.9 – Химический состав проволоки Св-08ГСМТ [14]

С, %	Si, %	Mn, %	Ti, %	Mo, %	Ni, %	S, %	P, %	N, %	Cr, %
					Не более				
0,06-0,11	0,40-0,70	1,00-1,30	0,05-0,12	0,2-0,4	0,3	0,025	0,03	0,01	0,3

Свойства металла шва  $\sigma_b = 560$  МПа;  $\delta = 24$  % [14].

Для защиты сварочной дуги и сварочной ванны принимаем смесь двуокиси углерода с аргоном в соотношении 20% двуокиси углерода к 80% аргона (ГОСТ Р ИСО 14175-2010). Перейдем к рассмотрению такого вещества как  $\text{CO}_2$ . Вещество не имеет цвета и водорастворимо. А вот другая форма  $\text{CO}_2$  по другому именуемая как жидкая углекислота, это такая жидкость которая не имеет цвета, но на ее плотность может влиять такой физический фактор как температура. Вследствие этого, плотность может меняться. Учитывая такой нюанс, такая форма углекислого газа будет предоставляться по массе а не по объему. Заметим, что испарение 1 кг углекислоты может образовывать 509 литров двуокиси углерода. В ГОСТе 8050-85 регламентируется, что данная двуокись поставляется в 3 видах, состав их приводится в нижеуказанной таблице.

Таблица 3.10 – Состав CO<sub>2</sub>, в % [13]

Содержание	Сорт		
	Высший сорт	1 сорт	2 сорт
CO <sub>2</sub> (не менее)	99,8	99,5	98,8
CO (не более)	0	0	0,05
Водяных паров при 760мм.рт.ст. и 20 °С (не более), г/см <sup>3</sup> .	0,178	0,515	Не проверяют

ГОСТом 10157-79 установлено, что аргон входит как инертный газ.

Состав расписан в таблице 3.11.

Таблица 3.11 – Состав аргона, в % [13]

Содержание	Категория	
	Высшая категория	Первая категория
Существенная доля аргона, %, не менее	99,993	99,987
Существенная доля кислорода, %, не менее	0,0007	0,002
Существенная доля азота, %, не менее	0,005	0,01

### 3.2 Расчет технологических режимов

Рассчитаем представленное тавровое соединение ТЗ-Δ8 которое показано на рисунке 3.1:

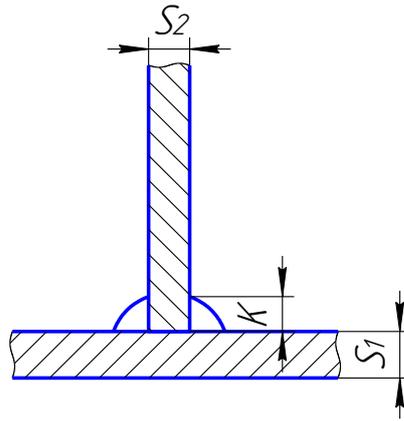


Рисунок 3.1 Тавровое соединение Т3- Δ8ГОСТ 14771 – 76: S–толщина листа,  
K–катет

Определяем расчётную глубину проплавления по формуле [15]:

$$h_p = (0,7 \dots 1,1) \cdot K, \quad (3.2)$$

где K – катет шва.

Принимаем  $h_p = 0,7 \cdot K$ , тогда:

$$h_p = 0,7 \cdot 8 = 5,6 \text{ мм.}$$

Диаметр электродной проволоки  $d_{эп}$  определяем по формуле [15]:

$$d_{эп} = \sqrt[4]{h_p} \pm 0,05h_p, \quad (3.3)$$

$$d_{эп} = \sqrt[4]{5,6} \pm 0,05 \cdot 5,6 = 1,3 \dots 1,8 \text{ мм.}$$

Диаметр электродной проволоки принимаем  $d_{эп} = 1,6 \text{ мм.}$

Скорость сварки определяем по формуле [15]:

$$V_c = K_v \cdot \frac{h_p^{1,61}}{e^{3,36}}, \quad (3.4)$$

где  $K_v$  – коэффициент, зависящий от диаметра электродной проволоки,  
 $K_v=1120$ ;

e – ширина сварного шва, мм.

$$e = \sqrt{2} \cdot K, \quad (3.5)$$

$$e = \sqrt{2} \cdot 8 = 13,5 \text{ мм.}$$

Подставляем значения в формулу (1.3) и получим:

$$V_c = 1120 \cdot \frac{5,6^{1,61}}{13,5^{3,36}} = 2,9 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 10,3 \frac{\text{м}}{\text{ч}}.$$

Силу сварочного тока определяем по формуле [15]:

$$I_c = K_i \cdot \frac{h_p^{1,32}}{e^{1,07}}, \quad (3.6)$$

где  $K_i$  – коэффициент, зависящий от диаметра электродной проволоки,  $K_i=460$ .

$$I_c = 460 \cdot \frac{5,6^{1,32}}{13,5^{1,07}} = 276 \text{ А.}$$

При расчете режимов для смеси газов Ar + CO<sub>2</sub> необходимо вводить поправочный коэффициент  $k_{см}$ ,  $k_{см} = 1,1 \dots 1,15$ .

С учетом поправочного коэффициента:

$$I_c = 276 \cdot 1,12 = 303 \text{ А.}$$

Принимаем  $I_c = 300 \text{ А}$ .

Определим напряжение сварки корневого и заполняющего проходов [15]:

$$U_c = 14 + 0,05 \cdot I_c, \quad (3.7)$$

$$U_c = 14 + 0,05 \cdot 300 = 27,7 \text{ В,}$$

Расход смеси Ar + CO<sub>2</sub> для соответствующих проходов [15]:

$$q_{зг} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot I_c^{0,75}, \quad (3.8)$$

$$q_{зг} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot 300^{0,75} = 0,222 \frac{\text{л}}{\text{с}} = 13,3 \frac{\text{л}}{\text{мин}},$$

Полученные результаты сведем в таблицу 3.12:

Таблица 3.12 Режимы сварки в Ar + CO<sub>2</sub>

Толщина металла, мм.	Диаметр проволоки, мм.	Сварочный ток, А	U, В.	Скорость сварки, м/ч.	Расход Ar + CO <sub>2</sub> , л/мин.	$n_{пр}$
8	1,6	300	27,7	2,9	13,3	1

Аналогично рассчитаем остальные швы и запишем их в таблицу 3.13.

Таблица 3.13 – Режимы сварки в Ar + CO<sub>2</sub>

Тип шва	d <sub>эп</sub> , мм	V <sub>с</sub> , м/ч	I <sub>с</sub> , А	U <sub>с</sub> , В	l <sub>в</sub> , мм	V <sub>эп</sub> мм/с	N
H1- $\nabla$ 16	1,2	10...12	280...300	28...30	13-16	65...70	5
H1- $\nabla$ 18	1,2	10...12	280...300	28...30	13-16	65...70	6
T1- $\nabla$ 5	1,2	16...18	100...140	18...19	13-16	30...35	1
T1- $\nabla$ 10	1,2	10...12	280...300	28...30	13-16	65...70	2
T1- $\nabla$ 12	1,2	10...12	280...300	28...30	13-16	65...70	3
T1- $\nabla$ 16	1,2	10...12	280...300	28...30	13-16	65...70	5
У9	1,2	10...12	280...300	28...30	13-16	65...70	6
T3- $\nabla$ 8	1,2	11...12	300...320	30...32	13-16	70...75	1
T3 $\nabla$ 0	1,2	10...12	280...300	28...30	13-16	65...70	2
T3 $\nabla$ 2	1,2	10...12	280...300	28...30	13-16	65...70	3
T3- $\nabla$ 16	1,2	10...12	280...300	28...30	13-16	65...70	5
T3- $\nabla$ 18	1,2	10...12	280...300	28...30	13-16	65...70	6
Нест.	1,2	10...12	280...300	28...30	13-16	65...70	4
Нест.	1,2	10...12	280...300	28...30	13-16	65...70	7
Нест.	1,2	10...12	280...300	28...30	13-16	65...70	2
Нест.	1,2	10...12	280...300	28...30	13-16	65...70	5
Нест.	1,2	10...12	280...300	28...30	13-16	65...70	6
Нест.	1,2	10...12	280...300	28...30	13-16	65...70	9
Нест.	1,2	10...12	280...300	28...30	13-16	65...70	5
Нест.	1,2	10...12	280...300	28...30	13-16	65...70	3
Нест.	1,2	10...12	280...300	28...30	13-16	65...70	5
Нест.	1,2	10...12	280...300	28...30	13-16	65...70	5
Нест.	1,2	10...12	280...300	28...30	13-16	65...70	3
Нест.	1,2	10...12	280...300	28...30	13-16	65...70	8
Нест.	1,2	10...12	280...300	28...30	13-16	65...70	2

### 3.3 Выбор основного оборудования

Выбираем источники сварочного тока и сварочный аппарат для механизированной сварки. Для сварки в среде защитного газа плавящимся электродом нужен источник тока, обеспечивающий ток сварки  $I_c = 140-300$  А, напряжение сварки  $U = 20-30$  В. Согласно требуемым условиям выбираем сварочный полуавтомат MIG-500F КЕДР [16]. Технические характеристики сварочного полуавтомата MIG-500F КЕДР показаны в таблице 3.15.

Таблица 3.14 – Технические характеристики полуавтомата MIG-500F КЕДР

Параметры	Значение
Напряжение питания, 50Гц, В, (допустимое отклонение)	380 ( $\pm 15\%$ )
Потребляемая мощность, кВА	24,7
Продолжительность включения, ПВ, %	100
Широта регулирования рабочего напряжения, В, режим MIG/MAG	22-39
Напряжение холостого хода, В	75,0
Широта регулирования скорости подачи сварочной проволоки, м/мин	3,5-20
Размер сварочной проволоки, мм	1,0-1,6
Размер сварочных электродов, мм	1,6-5,0
Широта регулирования сварочного тока, А,	50-500
КПД, %	85
Значение коэффициента мощности	0,93
Род указанного сварочного тока	постоянный
Наличие питания подогревателя защитного газа, 36В, 50Гц	есть
Указанная масса проволоки представленная на кассете, кг	18,0
Указанные габаритные размеры в мм	930x500x880
Указанная масса источника питания в кг	50,0
Указанная масса механизма подачи в кг	17,0

MIG-500F КЕДР – полуавтомат для механизированной сварки (MIG/MAG) на токе до 500А в среде защитного (инертного) газа сплошной или порошковой сварочной проволокой. Это промышленный полуавтомат с инверторным источником питания и синергетической системой управления [16]. Его особенности заключаются в том, что представленная система управления параметрами сварки может обеспечивать не сложную регулировку а также постоянную дугу и достаточно качественную форму шва. Также необходимо отметить, что источник будет надежно защищен от номинального напряжения, и возможных замыканий и перегрева. Имеется также дистанционная регулировка тока и напряжения потенциометрами в механизме подачи. Присутствуют цифровая индикация тока и напряжения. Работу горелки будут обеспечивать такие характеристики как 2-х тактный и 4-х тактный режим. Имеется ряд важных функций – ручной дуговой сварки покрытым электродом и заварки кратера с отдельной регулировкой тока. Плавная регулировка индуктивности позволяет менять «жесткость» дуги, степень проплавления и разбрызгивания; Дополнительно обеспечивается питание подогревателя углекислого газа (36В) и тестовая подача проволоки и смеси газов. Можно также отметить что в прочном корпусе имеется переносной механизм подачи проволоки закрытого типа. Устройство подачи с мощным мотор – редуктором обеспечивает надёжность и долговечность. Составляющими комплекта будут являться 5-метровый кабель – пакет (по заказу – 10 м и 15 м), этот же кабель включает кабель управления с разъемами, сварочный кабель и газовый рукав. Оболочка кабель-пакета способна предохранять внутренние кабели и рукав от повреждений при эксплуатации. Сфера применения вышеописанного полуавтомата MIG-500F достаточно широка: данный полуавтомат находит применение в машиностроении, энергетике, химической и нефтяной промышленности. Также осуществляется сварка трубопроводов, производство котлов и сосудов и судоремонт.

### 3.4 Выбор оснастки

Технологическая оснастка представляется собой совокупность определенных приспособлений для фиксации заготовок и инструмента, а также выполнения необходимых сборочных операций, деталей и изделий. Использование оснастки позволяет осуществить дополнительную или специальную обработку и/или доработку выпускаемых изделий.

При изготовлении рамы перекрытия применяются: приспособления сборочно-сварочные ФЮРА.000001.179.00.000 СБ (оно служит для легкой установки и фиксации деталей), линейка 300 ГОСТ 427-75, набор щупов, Штангенциркуль ШЦ-II; ШГОСТ 166-89, Лупа 4-7 ГОСТ 25706-83.

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

В современном серийном сварочном производстве, существуют определенные принципы построения маршрута выпуска изделия. Так, при изготовлении продукции, включающей в себя некоторое количество деталей, на первом этапе из соответствующих элементов изготавливают сборочные единицы. Затем из сборочных единиц производят полную сборку изделия.

Процесс производства рамы перекрытия основывается на ряде операций - заготовительных, комплектовочных, сборочных, сварочных, слесарных, контрольных, транспортных.

Процесс обработки деталей следует разбить как бы на две подоперации: начальную обработку проката и изготовление деталей. Предварительная обработка металла включает зачистку, правку, вырезку заготовок из проката. Металл, прошедший предварительную обработку,

поступает в заготовительное отделение цеха, где последовательно проходит ряд производственных операций по изготовлению деталей.

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

С учетом принятого способа сварки, максимальные сборочные зазоры для разных узлов, составляют 0-1 мм.

Сварка является одной из основных операций изготовления сварочного изделия. Она осуществляется в соответствии с технической документацией и техническими условиями на сварку. Качество сварного изделия зависит от целого ряда факторов: правильности выбора сварочных материалов, оборудования, материала изделия, пространственного положения швов, квалификации сварщика и многих других.

Слесарная операция необходима для зачистки сварочного изделия от брызг расплавленного металла, правки изделия, если это необходимо.

Транспортная операция обеспечивает связь между отдельными рабочими местами, осуществляет перемещение материалов, деталей, сборочных единиц. Она осуществляется как при помощи межоперационного, так и внутрицехового, напольного транспорта.

Важное место в процессе производства изделия занимает операция контроля качества. Управление качеством сварки должно предусматривать контроль всех факторов, от которых зависит качество продукции. Основные из них можно условно сгруппировать как технологические и конструктивные. Служба и система контроля в сварочном производстве должна предусматривать проверку основных технологических факторов, исходных материалов, оборудования, квалификации рабочих, технологического процесса и т. п.

На листе плакате представлена технологическая схема сборки рамы перекрытия.

### 3.6 Выбор методов контроля, регламент, оборудование

От того как выполнены сварные соединения, будет зависеть надёжность и рациональность конструкции [17].

Некоторые дефекты сварных соединений приводят к нарушению прочности и других характеристик изделий. Существуют дефекты формы и размеров шва среди них можно выделить грибовидность, неравномерность шва, подрезы шва; Также можно выделить дефекты которые могут нарушить целостность сварных соединений, среди них наиболее частые трещины, поры, различные загрязнения; Дефекты можно разделить на допустимые и не допустимые. Параметры дефектов обычно прописаны в нормативных стандартах на данный вид изделия

Изготавливая раму перекрытия можно применить визуальный измерительный контроль сварных швов. Сварные соединения можно рассмотреть визуально и при помощи лупы, при условии что хорошее освещение. Швы измеряются инструментами и катетометрами [17].

Операционный контроль сварочных работ.

Проведение операционного контроля как правило возлагается на уполномоченными на производственных мастеров или контрольных мастеров отдела технического контроля. Прежде чем начинается процесс сварки, выполняются ряд процедур по проверке качества сборки или наличия соответствующего клейма на деталях, проверяется действительный допуск сварщика на выполнение работ. Необходимо также проверить имеющуюся документацию, которая подтверждает об успешном проведение контроля сварочных материалов. В обязательном порядке, перед сваркой должно быть проверено состояние оборудования или наличие к нему прилагающейся документации о его исправности.

Уже непосредственно в производстве сварки могут проверяются применяемые режимы сварки, правильная последовательность швов а также

размеры его слоев. Уже в самом процессе должно быть проверено как выполняются требования, и соответствуют ли они предписанной документации на предприятии.

Рассмотрим как и каким образом проводится контроль сварных соединений конструкций. Контроль качества конструкций начинается применения методов, не повреждающих их целостность и структуру. Чаще всего применяются радиографирование или ультразвуковая дефектоскопия.

Необходимо, чтобы проведенные результаты контроля соответствовали условиям, указанными в нормах СНиП 3.03.01-87 (пп. 8.56-8.76).

Если применяются визуальный осмотр то можно использовать различные увеличительные приспособления, к примеру лупу с 5-10 кратным значением.

Недопускаются различные трещины независимо от их формы и вида, они должны быть устранены повторной заваркой и контролем.

Проводя выборочный контроль, желательно придерживаться неразрушаемых физических методов, и применять их по отношению к участкам, где визуальным осмотром выявлены дефекты и участки пересечения швов. Длина такого участка должна составлять не менее 100 мм

Швы сварных конструкций могут иметь определенные внутренние дефекты, если конструкция эксплуатируемая в районах с расчетной температурой ниже минус 40 °С до минус 65 °С [17].

При изготовлении рамы перекрытия применяется визуальный и измерительный контроль сварных швов. Такой способ позволяет наблюдать за исходными деталями и готовой продукцией и обнаруживает недостатки отклонения формы деталей и изделий, изъяны металла и дефекты сварных швов. Визуальный и измерительный контроль имеет положительные стороны в виде небольшой трудоемкости и простоты наблюдения.

Для ВИК применяются, лупа, линейка и УШС-4, Лупа 4-7.

### 3.7 Разработка технической документации

Каждое требование к технологии предполагает рациональную последовательность с использованием необходимых инструментов и оснастки.

Соблюдаются соответствующие требования чертежа, точность сборки, допускаются наименьшая продолжительность сборки и сварки соединяемых деталей а также обеспечивается максимальное облегчение условий труда, и соблюдение безопасности работ. Достаточно применить рациональные сборочные приспособления, подъемно – транспортные устройства для того чтобы выполнить эти требования [18]. В технологический процесс входят такие операции как разделение изделия на сборочные единицы и установление последовательности выполнения определенных видов работ: сборочно–сварочных, слесарных и транспортных операций. Также решается вопрос о выборе оборудования и способа сварки. Данный процесс позволяет достигнуть наименьшей трудоемкости, не допускать большего расхода производственной энергии, не превышая общего числа требуемых рабочих.

Технологический процесс выполняется на специальных листах – бланках. Эти бланки являются ведомостями технологического процесса и инструкционными картами. Делается они для комфортного расположения записей и расчетных данных.

Обычно после заполнения бланков составляют документацию разработки технологического процесса и указывают в такие данные как условное обозначение изделия и число задействованных сборочных единиц в изделии, название цеха, перечень выполненных операций и предписание откуда направляются детали на сборку и сварку а также последующая отправка готового изделия. Также должны содержаться сведения о способах и режимах сварки и о числе рабочих, включая их квалификацию и специальность [18].

Перейдем к вопросу сборки и сварки рамы перекрытия конвейера.

Технологический процесс как правило будет включать в себя выбор требуемых деталей, которые должны входить в сборочную начинается с подбора деталей, входящих в еще не готовое изделие, согласно комплектовочной карте.

Изготовление рамы перекрытия МКЮ.4У начинается со сборки, прихватки и сварки основных составляющих (лист верхний поз. 3, листы подкладные поз. 4 и поз. 5, и т.д.). Далее устанавливаются подкладки поз. (4 шт.), прогоны поз. 7 и поз. 8, опоры поз. 6 (4 шт.), арка поз. 15, прогоны поз. 9 (2 шт.), прогон центральный поз. 10, труба поз. 2 (2 шт.), ребра поз. 27 (2 шт.), трубы малой поз. 11 и ребер передних правых (2 шт.). После этого устанавливают пластик поз. 45, планки поз. 46 (2 шт.), ребра поз. 13 (2 шт.), ребро поз. 14, ребро поз. 12, проушины поз. 53 (4 шт.), ребро поз. 18, ребро центральное поз. 37, ребро поз. 21, ребра поз. 19 (2 шт.), ребра поз. 30 (2 шт.), трубка поз. 49, трубка поз. 51, трубки поз. 48 (4 шт.), проушины поз. 22 (2 шт.), лист упорный поз. 41, ребра поз. 33 (2 шт.), ребра поз. 34 (2 шт.), ребра поз. 31 (2 шт.), накладка поз. 42, накладка поз. 43, накладки поз. 50 (2 шт.), накладка поз. 23, накладка поз. 24, накладка поз. 25, листы подкладные поз. 20 (3 шт.). По окончании собирают детали: лист подкладной центральный поз. 39, лист подкладной центральный поз. 40, листы поз. 1 (2 шт.), ребро поз. 35, ребро поз. 36, листы поз. 47 (2 шт.), лист поз. 28, лист поз. 29, лист подкладной центральный поз. 32, листы поз. 44 (2 шт.), коммингс поз. 52, листы подкладные центральные поз. 38 (2 шт.). Затем производится слесарная обработка и контроль.

Технологический процесс изготовления рамы перекрытия приведен в приложении В.

### 3.8 Техническое нормирование операций

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

Техническое нормирование является фундаментальным при расчетах организации производства.

Норма штучного времени для всех видов дуговой сварки [19]:

$$T_{\text{ш}} = T_{\text{н.ш-к}} \cdot L + t_{\text{в.и}} \quad (3.9)$$

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

$L$  – длина сварного шва по чертежу;

$t_{\text{в.и}}$  – вспомогательное время, зависящее от изделия и типа оборудования.

Неполное штучно-калькуляционное время на 1 метр шва:

$$T_{\text{н.ш-к}} = (T_{\text{о}} + t_{\text{в.ш}}) \cdot \left(1 + \frac{a_{\text{обс.}} + a_{\text{отл.}} + a_{\text{п-з}}}{100}\right), \quad (3.10)$$

где,  $T_{\text{о}}$  – основное время сварки;

$t_{\text{в.ш}}$  – вспомогательное время, зависящее от длины сварного шва.

$$T_{\text{о}} = \frac{F_1 \cdot \gamma \cdot 60}{I_1 \cdot \alpha} + \frac{F_n \cdot \gamma \cdot 60}{I_n \cdot \alpha} \cdot n, \quad (3.11)$$

Время сварки для шва №2 Н1- $\triangle$  18 нестандартный с толщиной стенки 20 мм:

$$T_{\text{о}} = \frac{20 \cdot 7,85 \cdot 60}{280 \cdot 15} + \frac{39,4 \cdot 7,85 \cdot 60}{300 \cdot 15} \cdot 5 = 22,9 \text{ мин.}$$

Определим время на операцию 010

Масса детали поз. 3  $m_1=1100$  кг; установка изделия кран-балкой на приспособление  $t_1=4,2$  мин.; разметка  $t_2=1,2$  мин.; масса детали поз. 4  $m_2=263$  кг; установка детали кран-балкой на приспособление  $t_3=2$  мин.; масса детали поз. 5  $m_3=263$  кг; установка детали кран-балкой на приспособление  $t_4=2$  мин.; прижать детали прижимами  $t_5=1$  мин.; клеймение  $t_5=1,4$  мин.; контроль мастера  $t_6=4,8$  мин.; контроль БТК  $t_7=3,6$  мин.

$$t_{\text{в.и}} = 4,2 + 1,2 + 2 + 2 + 1 + 1,4 + 4,8 + 3,6 = 20,2 \text{ мин.}$$

Определим время на операцию 015

Найдем время на прихватку:

$$1) \quad 0,15 \cdot 20 = 3 \text{ мин.},$$

Определим время на операцию 020

$$2) T_{\text{н.ш.-к}} = (22,9 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 30 \text{ мин.}$$

$$3) T_{\text{ш}} = 30 \cdot 7,06 + 0 = 31 \text{ мин.}$$

Аналогично рассчитаем другие операции. Данные расчетов сводим в таблицу 3.15.

Таблица 3.15 – Нормы штучного времени технологических процессов изготовления рамы перекрытия

№ опер.	Наименование операции	Тшт, мин.
005	Комплектовочная	-
010	Сборочная	20,2
015	Сварочная	3
020	Сварочная	211,72
025	Слесаро-сборочная	47,14
030	Сварочная	18,9
035	Нагревание	47,4
040	Сварочная	1484,62
045	Слесаро-сборочная	57,7
050	Сварочная	26,1
055	Сварочная	1161,82
060	Слесарная	30
065	Контроль	6,3
070	Слесаро-сборочная	19,84
075	Сварочная	15,6
080	Сварочная	784,66
085	Слесарная	76,2
090	Испытания	14,3
095	Слесарная	315
100	Контроль	16,2
Итого:		4356,07

### 3.9 Материальное нормирование

#### 3.9.1 Расход металла

Количество металла, идущего на изготовление изделия определяем по формуле:

$$m_M = m \cdot k_o, \quad (3.12)$$

где  $m$  – вес одного изделия, кг;

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

$$m_M = 4380 \cdot 1,3 = 5694 \text{ кг},$$

#### 3.9.2 Расход сварочной проволоки

Расчет расхода сварочной проволоки для сварки в  $CO_2$  [15]:

$$M_{ЭП} = K_{р.п.} \cdot (1 + \psi_p) \cdot M_{НО}, \quad (3.13)$$

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

$\psi_p$  – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки,  $\psi_p = 0,01 \dots 0,15$ , принимаем  $\psi_p = 0,1$ ;

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

$$M_{ЭП} = 1,03 \cdot (1 + 0,1) \cdot 227,4 = 257,65 \text{ кг}.$$

#### 3.9.3 Расход защитного газа

Расчет защитного газа произведем по формуле:

$$Q_{з.г.} = q_{з.г.} \cdot t_c, \quad (3.14)$$

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

$$Q_{з.г.} = 20 \cdot 3598 + 30,8 \cdot 12 + 80,9 \cdot 22 = 74099 \text{ л}.$$

### 3.9.4 Расход электроэнергии

Расход технологической электроэнергии производим по формуле [15]:

$$W_{ТЭ} = \sum \left( \frac{U_c \cdot I_c \cdot t_c}{\eta_u} \right) + P_x \cdot \left( \frac{t_c}{K_u} - t_c \right), \quad (3.15)$$

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:

$$Z_{ТЭ} = W_{ТЭ} \cdot C_{Э.Э.}, \quad (3.16)$$

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

$C_{Э.Э.}$  – цена 1 кВт·ч электроэнергии,  $C_{Э.Э.} = 1,24$  руб/кВт·ч;

$$W_{ТЭ} = \frac{30 \cdot 300 \cdot 59,96}{0,82} + \frac{19 \cdot 140 \cdot 0,51}{0,82} + \frac{32 \cdot 320 \cdot 1,35}{0,82} + 0,4 \cdot \left( \frac{31,82}{0,7} - 31,82 \right) = 676592 \text{ Вт} \cdot \text{ч},$$

$$Z_{ТЭ} = 676,6 \cdot 1,24 = 838,97 \text{ руб.}$$

## 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 [20, 21, 22, 23, 24, 25, 26].

Приспособление сборочно-сварочное.

При изготовлении рамы перекрытия используются приспособление, на котором установлены пневмоприжимы для фиксации свариваемых деталей.

### 4.2 Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений

В приспособлении ФЮРА.000001.179.00.000 СБ используются пневмоприжимы для фиксации свариваемых деталей сборочной единицы. Рассчитаем пневматический цилиндр.

Основными размерами пневматических цилиндров являются внутренний диаметр цилиндра  $D$  и ход штока [24].

Рассчитаем (предлагаемый) пневмоцилиндр 80×100 СТП406-3428-75.

Из обозначения следует, что пневмоцилиндр с внутренним диаметром  $D = 80$  мм и длиной хода  $L = 100$  мм.

Площадь штока пневмоцилиндра:

$$S_{\text{ш}} = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4}, \quad (4.1)$$

где  $d$  – диаметр штока, мм,  $d = 25$  мм [17];

$$S_{\text{ш}} = \frac{3,14 \cdot (80^2 - 25^2)}{4} = 4533 \text{ мм}^2.$$

Площадь пневмоцилиндра:

$$S_{\text{пц}} = \frac{\pi \cdot D^2}{4}, \quad (4.2)$$

$$S_{\text{пц}} = \frac{3,14 \cdot 80^2}{4} = 5024 \text{ мм}^2,$$

$$S = S_{\text{пц}} - S_{\text{ш}} = 5024 - 4533 = 491 \text{ мм}^2.$$

Давление в пневмоцилиндре [24]:

$$P = \frac{F}{S}, \quad (4.3)$$

где  $F$  – усилие на штоке пневмоцилиндра, кгс,

для предлагаемого  $F = 278$  кгс [24];

$$P = \frac{278}{491} = 0,57 \text{ кгс/мм}^2 = 5,59 \text{ МПа}.$$

Скорость перемещения поршня цилиндра [27]:

$$v = \frac{L}{t}, \quad (4.4)$$

где  $L$  – длина хода, мм;

$t$  – время срабатывания цилиндра, с,  $t = 5$  с;

$$v = \frac{100}{5} = 50 \text{ мм/с}.$$

Расход сжатого воздуха [27]:

$$Q=S \cdot v, \quad (4.5)$$

$$Q = 491 \cdot 20 = 9820 \text{ мм}^3 / \text{с}.$$

## 5 Проектирование участка сборки-сварки

### 5.1 Состав сборочно-сварочного цеха

В данном проекте необходимо правильно определить где будут располагаться задуманный производственный процесс и всего составляющие. Для этого потребуются спроектировать чертеж плана и разрезы разрабатываемого цеха.

Необходимо отметить что состав сборочно сварочного производства не будет зависеть от разнородности сварочного производства. Сборочно сварочные цехи как правило могут содержать такие отделения как производственные, вспомогательные и административно – конторские отделения.

Есть определенные участки которые не входят в состав сборочно сварочного отделения, при условии что изготовленные конструкции в нем не будут передаваться в механосборочный цех для монтажа и финальной сборки с последующим выпуском изделия. Таковыми можно отметить участки механической обработки, нанесения покрытий и отделки. Следующее не менее важно отделение – дополнительное, которое может включать в себя сортировочные площадки и участки для необходимой дальнейшей подготовки металла, также на этом отделении имеются кладовые с сварными проволоками и баллонами с защитными газами и инструментами. Так же необходимо выделить такое отделение как мастерские – в данных отделениях уже заготавливаются шаблоны для дальнейшей работы, осуществляется ремонтная и электромеханическая деятельность. В мастерских предполагаются электромашинные отделения, трансформаторные подстанции. Конечно же в состав обязательно включаются различные помещения сервиса и обслуживания – обычно это гардероб, необходимые помещения гигиены и питания, медицинский кабинет.

## 5.2 Расчет основных элементов производства

Главные факторы производственного процесса это рабочие, ИТР, контролеры, устройства и материалы а также энергетическая ценность[18].

### 5.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования

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

$T_r$  – требуемое время чтобы реализовать годовую программу продукции, ч.;

$\Phi_d$  – действительный фонд рабочего времени, ч.;

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

$N$ – программа выпуска продукции рассчитанная на год,  $N = 500$  шт.;

$T$ – период одной операции в минутах

Так как операции 010-100 выполняются на одном рабочем месте, их расчет произведем одновременно.

$$T_r = 500 \cdot \frac{4356,07}{60} = 36301 \text{ ч.},$$

$\Phi_H$  –номинальный фонд рабочего времени при двухсменной работе равен 3952 часов, найдем действительный отняв от номинального процент потерь времени:

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

$$n_p = \frac{36301}{3754} = 9,67,$$

округляем  $n_p$  в большую сторону и принимаем  $n_p = 10$ .

Вычисляем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p} = \frac{9,67}{10} = 0,97.$$

## 5.2.2 Определение состава и численности рабочих

По заданной формуле вычислим общее время которое потребуется для того, чтобы выполнить годовую программу продукции, ч.

$$\Sigma T_r = 36301 \text{ ч.}$$

$\Phi_H$  – так как номинальный фонд рабочего времени составляет 1976 часов, вычислим действительный, отняв от номинального процент потерь времени:

$$\Phi_D = \Phi_H - 12\% = 1976 - 12\% = 1769 \text{ ч.,}$$

По формуле рассчитываем количество рабочих явочных:

$$P_{\text{яв}} = \frac{T_r}{\Phi_H} = \frac{36301}{1976} = 18,37. \quad (5.3)$$

Примем число сварщиков равным  $P_{\text{яв}} = 19$ . В первую смену работает 10 человек, а во вторую смену работает по 9 человек.

Определим количество рабочих списочных:

$$P_{\text{сп}} = \frac{T_r}{\Phi_D} = \frac{36301}{1739} = 20,87. \quad (5.4)$$

Примем число сварщиков равным  $P_{\text{сп}} = 21$ .

Дополнительных рабочих (25% от количества основных рабочих) – 6;

ИТР (8% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 2;

Счетно-конторская служба (3% от суммы главных и дополнительных рабочих) – 1;

МОП (2% от суммы главных и дополнительных рабочих) – 1;

Контроль качества продукции (1% от суммы главных и дополнительных рабочих) – 1.

Подводя итог можно отметить что сборочно – сварочный цех как является самостоятельной частью предприятия и выполняет роль как потребителя продукции заготовительных и обрабатывающих цехов и складов завода, так и исполняет роль поставщика своей продукции для цехов окончательной отделки изделий и для общезаводского склада готовой

продукции. Из этого можно сделать вывод что между сборочно – сварочным и другими цехами определенно существует связь и она непременно обеспечивает выполнение нормального процесса производства заданной продукции по предприятию в общем. Проектируя завод, необходимо учитывать прямопоточность производственных связей между цехами, и конечно к отсутствию возвратных перемещений материалов и изделий.

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

Для того чтобы разместить цех и все его составляющие участки и отделения вместе с дополнительными административно конторскими и бытовыми отделениями, необходимо что они удовлетворяли всем индивидуальным требованиям тех процессов, которые будут выполняться в каждом из этих отделений. Соответственно все эти требования можно обуславливать индивидуальными особенностями заданных сварных конструкций и конечно логично выбранных способов их изготовления; соответствующей спецификой типа производства и организационных форм его существования; Также удовлетворенность требованиями будет зависеть от степени производственной связи которая устанавливается между основными отделениями и участками и с другими производственными и дополнительными отделениями цеха [28].

Для разрабатываемого в данном проекте участка сборки и сварки рамы перекрытия будет применяться схема компоновки производственного процесса с продольно – поперечным направлением производственного потока. Соответственно данное направление производственного потока на таком участке будет совпадать с тем направлением, который задан на плане цеха. Продольное перемещение обрабатываемого металла и изготавливаемых деталей, сборочных единиц и изделий выполняется кран-балкой, а поперечное (на складах) – автокарами либо краном мостовым.

## 6 Финансовый менеджмент

### 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.

Финансирование проекта осуществляется на 50% за счет заказчика, а 50% берет предприятие в банке. Погашение кредита будет осуществляться в соответствии с графиком утвержденным банком выдавшим кредит с учетом процентной ставки банка. Окончательный расчет с банком осуществляется после сдачи оговоренной партии изделия заказчику, и окончательного расчета заказчика с предприятием.

### 6.2 Сравнительный экономический анализ вариантов

Разработка технологического процесса изготовления рамы перекрытия допускает различные варианты решения.

Рама перекрытия МКЮ является одной из основных частей крепи МКЮ.4У. Крепь механизированная МКЮ.4У-18/43 поддерживающе-оградительного типа предназначена для механизации крепления призабойного пространства, поддержания и управления кровлей способом полного обрушения, передвижки забойного конвейера при ведении очистных работ на пластах с углом падения вдоль лавы до 25°, вдоль столба до 10°.

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

Показатель приведенных затрат является обобщающим показателем. В нем находят отражение большинство достоинств и недостатков каждого из сравниваемых вариантов технологического процесса.

Определение приведенных затрат производят по формуле [29]:

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

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

$E_{\text{н}}$  – норма эффективности дополнительных капиталовложений, (руб/год)/руб;

$K$  – капиталовложения, руб/ед.год.

В предлагаемом технологическом процессе применим сборочно-сварочное приспособление с пневмоприжимами прижимами-шаблонами.

Применим российское сварочное оборудование полуавтомат MIG-500F КЕДР.

Проведем технико-экономический анализ предлагаемого технологического процесса. Нормы штучного времени предлагаемого технологического процесса изготовления рамы перекрытия приведены в таблице 3.15.

### 6.2.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

Капитальные вложения в оборудование определяем по формуле [29]:

$$K_{\text{со}} = \sum_{i=1}^n Ц_{\text{oi}} \cdot O_i \cdot \mu_{\text{oi}}, \quad (6.2)$$

где  $Ц_{\text{oi}}$  – оптовая цена единицы оборудования  $i$ -го типоразмера с учетом транспортно-заготовительных расходов, руб.;

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

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

Цены на оборудование берутся за 01.01.2020 (смотри таблицу 6.1).

Таблица 6.1 – Оптовые цены на сварочное оборудование [16]

Наименование оборудования	Ц <sub>о</sub> , руб
MIG-500F КЕДР 10 шт.	115500

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
MIG-500F КЕДР 10 шт.	95387088,94

Капитальные вложения в приспособления найдем по формуле [29]:

$$K_{\text{пр}} = \sum_{j=1}^m K_{\text{пр}j} \cdot \Pi_j \cdot \mu_{\text{п}j}, \quad (6.3)$$

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

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

$\mu_{\text{п}j}$  – 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 сборочно-сварочное ФЮРА.000001.179.00.000 СБ	146500	10	1421050
ИТОГО			1421050

6.2.2 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями

Капитальные вложения в здание определяется по формуле [29]:

$$K_{\text{зд}} = \sum_{i=1}^n S_{\text{О}i} \cdot h \cdot \Pi_{\text{зд}}, \text{ руб.}, \quad (6.4)$$

где  $S_{\text{О}i}$  – площадь, занимаемая единицей оборудования, м<sup>2</sup>/ед.

Для предлагаемого технологического процесса:  $S = 568,64 \text{ м}^2$ ,

$h$  – высота производственного здания, м,  $h = 12$  м [29];

$\Pi_{зд}$  – стоимость  $1\text{ м}^3$  здания на 01.01.2020 составляет,  $\Pi_{зд}=94$  руб/ $\text{м}^3$ .

$$K_{зДП} = 568,64 \cdot 12 \cdot 94 = 641425,92 \text{ руб.}$$

Определяем капитальные вложения в здание, и результаты заносим в таблицу 6.4.

Таблица 6.4 – Капитальные вложения в здание, занимаемое оборудованием

Наименование оборудования	$K_{зд}$ , руб.
MIG-500F КЕДР	641425,92

### 6.2.3 Определение затрат на основные материалы

Затраты на металл, идущий на изготовление изделия определяем по формуле [30]:

$$C_M = m_M \cdot k_{т.з.} \cdot \Pi_{М,-Н_0} \cdot \Pi_0 \text{ руб./изд.}, \quad (6.5)$$

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

$\Pi_M$  – средняя оптовая цена стали 14ХГ2САФД, 35Л, 09Г2С, 10ХСНД на 01.01.2020, руб./кг:

- для стали 14ХГ2САФД  $\Pi_M=40,63$  руб./кг, при  $m_M=2660 \cdot 1,3=$   
 $=3458$  кг;

- для стали 35Л  $\Pi_M = 24,5$  руб./кг, при  $m_M = 648 \cdot 1,3= 842,4$  кг;

- для стали 09Г2С  $\Pi_M = 28,13$  руб./кг, при  $m_M = 356 \cdot 1,3= 462,8$  кг;

- для стали 10ХСНД  $\Pi_M = 38,75$  руб./кг, при  $m_M = 716 \cdot 1,3=930,8$  кг;

$k_{т.з.}$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении материалов  $k_{т.з.}=1,04$  [12].

$N_0$  – норма возвратных отходов,  $N_0 = m_M \cdot 0,3 = 2660 \cdot 0,3 + 648 \cdot 0,3 + 356 \cdot 0,3 +$   
 $+ 716 \cdot 0,3 = 1314$  кг/шт;

$\Pi_0$  – цена возвратных отходов,  $\Pi_0 = 20$  руб/кг;

Коэффициент потерь материала на отходы составляет 1,3.

$$C_M = 1,04 \cdot (3458 \cdot 40,63 + 842,4 \cdot 24,5 + 462,8 \cdot 28,13 + 930,8 \cdot 38,45) - 1314 \cdot 20 =$$

$$= 192353,38 \text{ руб/изд.}$$

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле [29]:

$$C_{п.с.} = \sum_{d=1}^h G_d \cdot k_{nd} \cdot \psi_p \cdot \Pi_{п.с.}, \text{ руб/изд,} \quad (6.6)$$

где  $G_d$  – масса наплавленного металла электродной проволоки и электродов, кг:  $G_d = 227,4$  кг – для проволоки Св-08ГСМТ для предлагаемого технологического процесса;

$k_{nd}$  – коэффициент, учитывающий расход сварочной проволоки (электрода) [17],  $k_{п.с.} = 1,03$ ;

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

$\Pi_{п.с.} = 145,66$  – стоимость сварочной проволоки Св-08ГСМТ, руб/кг на 01.01.2020.

$$C_{п.средл.} = 227,4 \cdot 1,03 \cdot 1,1 \cdot 145,66 = 37528,45 \text{ руб.}$$

#### 6.2.4 Определение затрат на вспомогательные материалы

Затраты на защитную смесь газов определяем по формуле [11]:

$$C_{з.г.} = g_{з.г.} \cdot k_{т.п.} \cdot \Pi_{г.з.} \cdot T_o, \text{ руб./изд.,} \quad (6.7)$$

где  $g_{з.г.}$  – расход смеси,  $g_{з.г.} = 1,02 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

$k_{т.п.}$  – коэффициент, учитывающий тип производства,  $k_{т.п.} = 1,15$  [29];

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

$T_o$  – основное время сварки в смеси газов, ч.,  $T_o = 59,96$  ч.

$$C_{з.г.} = 1,02 \cdot 1,15 \cdot 62,52 \cdot 59,96 = 4397,12 \text{ руб/изд.}$$

## 6.2.5 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле:

$$C_{з.п.сд} = TC \cdot \sum_{i=1}^m \frac{T_{шт}}{60} \cdot K_{д} \cdot K_{пр} \cdot K_{рай} \cdot \left( 1 + \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{100} \right), \quad (6.8)$$

где TC – тарифная ставка на 01.01.2020, руб., TC – 62,01 руб.;

$K_{д}$  – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату,  $K_{д}=1,15$ ;

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

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

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

$$C_{з.п.сд} = 62,01 \cdot \frac{4356,07}{60} \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot \left( 1 + \frac{32,8}{100} \right) = 13407,13 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

## 6.2.6 Определение затрат на заработную плату вспомогательных рабочих

Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле:

$$C_{з.п.всп} = \sum_{j=1}^k TC_j \cdot Ч_{врj} \cdot \frac{F_{д}}{12} \cdot K_{д} \cdot K_{пр} \cdot K_{рай} \cdot \left( 1 + \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{100} \right), \quad (6.9)$$

где TC – тарифная ставка вспомогательного рабочего соответствующего разряда на 01.01.2020, руб.:

- для слесарей TC – 61,58 руб.;
- для контролер ОТК TC – 156 руб.;
- для МОП TC – 56,76 руб.;

$k$  – количество профессий вспомогательных рабочих;

$Ч_{врj}$  – численность рабочих по соответствующей профессии;

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

$K_d$  – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату,  $K_d=1,15$ ;

$K_{пр}$  – коэффициент, учитывающий процент премии и доплаты,  $K_{пр}=1,3$ ;

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

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

Затраты на заработную плату слесарей:

$$C_{з.п.слесарей} = 61,58 \cdot 6 \cdot \frac{1769}{12} \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot \left(1 + \frac{32,8}{100}\right) = 162206,42 \frac{\text{руб}}{\text{изд}},$$

Затраты на заработную плату контролеров ОТК:

$$C_{з.п.ОТК} = 156 \cdot 1 \cdot \frac{1769}{12} \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot \left(1 + \frac{32,8}{100}\right) = 68485,99 \frac{\text{руб}}{\text{изд}},$$

Затраты на заработную плату МОП:

$$C_{з.п.МОП} = 56,78 \cdot 1 \cdot \frac{1769}{12} \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot \left(1 + \frac{32,8}{100}\right) = 24918,36 \frac{\text{руб}}{\text{изд}}.$$

$$C_{зп.вс.р} = C_{зп.слесарей} + C_{зп.ОТК} + C_{зп.МОП} = 162206,42 + 68485,99 + 24918,36 = 255610,77 \text{ руб.} \quad (6.10)$$

### 6.2.7 Заработная плата административно-управленческого персонала

Затраты на заработную плату административно-управленческого рассчитываем по формуле:

$$C_{з.п.АУП} = C_{зуп} \cdot Ч_{ауп} \cdot 12 \cdot K_d \cdot K_{пр} \cdot K_{рай} \cdot \left(1 + \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{100}\right), \quad (6.11)$$

где  $C_{зуп}$  – месячный оклад работника административно-управленческого

персонала,  $C_{зуп} = 28865$  руб.;

$Ч_{ауп}$  – численность работников административно-управленческого персонала должности,  $Ч_{ауп} = 2$  чел.

$$C_{з.п.ауп} = 28865 \cdot 2 \cdot 12 \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot \left(1 + \frac{32,8}{100}\right) = 2063066,99 \frac{\text{руб}}{\text{год}}.$$

### 6.2.8 Определение затрат на силовую электроэнергию

Расход технологической электроэнергии найдем по формуле [11]:

$$W_{тэ} = \sum \frac{U_{ci} \cdot I_{ci} \cdot t_{ci}}{\eta_u} + P_x \cdot \left( \frac{T_o}{K_u} - T_o \right), \quad (6.12)$$

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

$T_o$  – основное время сварки;

$\eta_u$  – КПД оборудования,  $\eta = 0,93$ ;

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

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

Затраты на технологическую электроэнергию определим по формуле [11]:

$$C_{э.с.} = W_{тэ} \cdot Ц_э, \quad (6.13)$$

где  $Ц_э$  – средняя стоимость электроэнергии,  $Ц_э = 5,63$  руб.

Затраты на электроэнергию:  $C_{э.с.} = 2744,22$  руб.

### 6.2.9 Определение затрат на сжатый воздух

Затраты на сжатый воздух определяется по формуле [29]:

$$C_{возд} = g_{возд}^{ЭН} \cdot k_{тп} \cdot Ц_{возд}, \text{ руб./изд}, \quad (6.14)$$

где  $g_{возд}^{ЭН}$  – расход воздуха,  $m^3/ч$ .

$k_{тп}$  – коэффициент, учитывающий тип производства,  $k_{тп} = 1,15$ .

Для изготовления одного корпуса расход воздуха составляет:

$$g_{\text{возд}}^{\text{ЭН}} = 1,2 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$C_{\text{возд}} = 0,184295 \text{ руб}/\text{м}^3, \text{ стоимость воздуха на 01.01.2020 г.};$$

$$C_{\text{возд пр}} = 1,2 \cdot 1,15 \cdot 0,18429 = 0,35 \text{ руб./изд.}$$

### 6.2.10 Определение затрат на амортизацию оборудования

Определяются по формуле [29]:

$$C_3 = \sum_{i=q}^n \frac{C_{oi} \cdot O_i \cdot \mu_{oi} \cdot a_i \cdot r_i}{N_r}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.15)$$

где  $a_i$  – норма амортизационных отчислений (на реновацию) для оборудования  $i$ -го типоразмера, % [29];

$$a_{ni} = \frac{1}{T_{co}} \cdot 100\%, \text{ руб.}, \quad (6.16)$$

где  $T_{co}$  – срок службы оборудования ( $T_{co}=3 \div 12$  лет);

$$a_{ni} = \frac{1}{7} \cdot 100\% = 14,3 \text{ руб.},$$

$r_i$  – коэффициент затрат на ремонт оборудования,  $r_i = 1,15 \dots 1,20$ .

Амортизация оборудования приведена в таблице 6.5.

Таблица 6.5 – Амортизация оборудования

Наименование оборудования	$a_i$ , %	$C_3$ , руб/изд.
MIG-500F КЕДР	14,3	327,04

### 6.2.11 Определение затрат на амортизацию приспособлений

Затраты на амортизацию приспособлений определяются по формуле [29]:

$$C_u = \sum_{j=q}^m \frac{K_{\text{пр}j} \cdot \Pi_j \cdot \mu_{\text{н}j} \cdot a_j}{N_r}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.17)$$

где  $a_j$  – норма амортизационных отчислений для оснастки  $j$ -го типоразмера,  $a_j=0,15$  [29];

Результаты расчетов сводим в таблицу 6.6.

Таблица 6.6 – Затраты на амортизацию приспособлений

Наименование оборудования	Ц <sub>пр</sub> , руб	С <sub>п</sub> , шт.	С <sub>ап</sub> , руб/ед. год
Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.179.00.000 СБ	146500	10	426,21
ИТОГО			426,21

#### 6.2.12 Определение затрат на ремонт оборудования

Затраты на ремонт оборудования определяем по формуле [29]:

$$C_p = \frac{R_m \cdot \omega_m + R_{\text{э}} \cdot \omega_{\text{э}}}{T_{\text{рц}}} \cdot \sum \frac{T_{\text{ш}}}{K_{\text{вн}} \cdot 60}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.18)$$

где  $R_m$   $R_{\text{э}}$  – группа ремонтной сложности единицы оборудования соответственно: механической и электрической части  $R_m=0$  [29];

$\omega$  – затраты на все виды ремонта;

$T_{\text{рц}}$  – длительность ремонтного цикла,  $T_{\text{рц}}=8000$ ч. [29].

Определение затраты на ремонт сводятся в таблицу 6.7.

Таблица 6.7 – Затраты на ремонт оборудования

Наименование оборудования	$R_{\text{э}}$	$\omega_{\text{э}}$	$T$ , ч	$C_p$ , руб/год.
MIG-500F КЕДР	7	1096	72,6	1,86
Итого:				1,86

### 6.2.13 Определение затрат на содержание помещения

Определение затрат на содержание здания определяется по формуле [29]:

$$C_{\text{п}} = \frac{S \cdot \mu_{\text{oi}} \cdot \Pi_{\text{ср.зд}}}{N_{\text{г}}}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.19)$$

где  $S$  – площадь сварочного участка,  $\text{м}^2$ ,  $S = 568,64 \text{ м}^2$ ;

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

$$C_{\text{п}} = \frac{568,64 \cdot 250}{500} = 284,32 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

### 6.3 Расчет технико-экономической эффективности

Определим количество приведенных затрат по формуле:

$$Z_{\text{п}} = C + \acute{e}_{\text{н}} \cdot K, \quad (6.20)$$

где  $C$  – себестоимость единицы продукции, руб./ед.;

$\acute{e}_{\text{н}}$  – норма эффективности дополнительных капитальных затрат,  $\acute{e}_{\text{н}} = 0,15 \text{ (руб./ед)/руб.}$  [29];

$K_{\text{у}}$  – удельные капитальные вложения, руб./ед.год.

Определим себестоимость продукции по формуле:

$$C = N_{\text{г}} \cdot (C_{\text{м}} + C_{\text{в.м.}} + C_{\text{зп.сд.}} + C_{\text{эс}} + C_{\text{возд}} + C_{\text{з}} + C_{\text{и}} + C_{\text{р}} + C_{\text{п}}) + C_{\text{зп.вс.р}} \cdot 12 + C_{\text{зп.АУП}}, \quad (6.21)$$

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

$C_{\text{в.м.}}$  – затраты на вспомогательные 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;

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

$C_{возд.}$  – затраты на сжатый воздух, руб;

$C_з$  – затраты на амортизацию оборудования, руб;

$C_и$  – затраты на амортизацию приспособлений, руб;

$C_р$  – затраты на ремонт оборудования, руб;

$C_п$  – затраты на содержание помещения, руб.

Капитальные вложения находим по формуле:

$$K = K_{со} + K_{пр} + K_{зд}. \quad (6.22)$$

Определим количество приведенных затрат:

$$K = 95387088,94 + 1421050 + 641425,92 = 97449564,86 \text{ руб/изд. год,}$$
$$C = 500 \cdot (192353,38 + 37528,45 + 4397,12 + 13407,13 + 2744,22 + 0,35 + 327,04 + 426,31 + 1,86 + 284,32) + 255610,77 \cdot 12 + 2063066,99 = 130865495,65 \text{ руб/изд. год,}$$
$$3_п^2 = 130865495,65 + 0,15 \cdot 97449564,86 = 145482930,38 \text{ руб/изд. год.}$$

#### 6.4 Основные технико-экономические показатели участка

Основные технико-экономические показатели участка представлены в таблице 6.8.

Таблица 6.8 – Основные технико-экономические показатели участка

№п/п	Параметр	Значение
1	2	3
1	Годовая производственная программа, шт.	500
2	Средний коэффициент загрузки оборудования	96,7
3	Производственная площадь участка, м <sup>2</sup>	568,64
4	Количество оборудования, шт.	10
5	Списочное количество рабочих, чел.	21
6	Явочное количество рабочих, чел	19
7	Количество рабочих в первую смену, чел	10

Продолжение таблицы 6.8

1	2	3
8	Количество вспомогательных рабочих	6
9	Количество ИТР	2
10	Количество МОП	1
11	Количество контролеров	1
12	Разряд основных производственных рабочих	4
13	Количество приведенных затрат, руб./изд. · год	145482930,38

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, сжатый воздух, зарплата рабочим, расходы на электроэнергию, амортизация и ремонт оборудования и приспособлений, затраты на содержание помещений; в ходе чего мы видим следующие цифры:

- капитальные вложения 97449564,86 руб;
- себестоимость продукции 130865495,65 руб.

В результате проведенных расчетов было определено количество приведенных затрат 145482930,38 руб.

## 7 Социальная ответственность

### 7.1 Описание рабочего места

На участке производится сборка и сварка рамы перекрытия. 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:

- MIG-500F КЕДР 10 шт.
- приспособление сборочно-сварочное

ФЮРА.000001.179.00.000 СБ 10 шт.

Перемещение изделия производят краном мостовым грузоподъемностью 10 т.

Изготавливаемое изделие, рама перекрытия, является одной из основных частей крепи МКЮ.4У. Масса рамы перекрытия составляет 4380 кг.

В качестве материала этих деталей используют стали марок: 35Л, 09Г2С, 10ХСНД и 14ХГ2САФД. Сварка производится в смеси Ar (80%) + CO<sub>2</sub> (20%) сварочной проволокой Св-08ГСМТ диаметром 1,2 мм.

Проектируемый участок находится на последнем пролете цеха, поэтому освещение осуществляется десятью окнами, расположенными в стене здания, а также шестнадцатью светильниками, расположенными непосредственно над участком. Стены цеха выполнены из железобетонных блоков, окрашены в светлые тона.

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  $S = 568,64 \text{ м}^2$ .

## 7.2. Законодательные и нормативные документы

Формализация всех производственных процессов и их подробное описание в регламентах, разнообразных правилах и инструкциях по охране труда позволяет создать максимально безопасные условия работы для всех сотрудников организации. Проведение инструктажей и постоянный тщательный контроль за соблюдением требований охраны труда – это гарантия значительного уменьшения вероятности возникновения аварийных ситуаций, заболеваний, связанных с профдеятельностью человека, травм на производстве.

Именно инструкции считаются основным нормативным актом, определяющим и описывающим требования безопасности при выполнении должностных обязанностей служащими и рабочими. Такие документы разрабатываются на базе:

- положений «Стандартов безопасности труда»;
- законов о труде РФ;
- технологической документации;
- норм и правил отраслевой производственной санитарии и безопасности труда;
- типовых инструкций по ОТ;
- пунктов ЕСТД («Единая система техдокументации»);
- рекомендаций по эксплуатации и паспортов различных видов агрегатов и оборудования, используемого в организации (при этом следует принимать во внимание статистические данные по производственному травматизму и конкретные условия работы на предприятии).

Основы законодательства Российской Федерации об охране труда обеспечивают единый порядок регулирования отношений в области охраны труда между работодателями и работниками на предприятиях, в учреждениях и организациях всех форм собственности независимо от сферы хозяйственной деятельности и ведомственной подчиненности. Основы законодательства устанавливают гарантии осуществления права на охрану труда и направлены на создание условий труда, отвечающих требованиям сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности и в связи с ней.

Среди законодательных актов по охране труда основное значение имеет Конституция РФ, Трудовой Кодекс РФ, устанавливающий основные правовые гарантии в части обеспечения охраны труда, а также Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности», Федеральный закон от 24.07.1998 № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний». Из подзаконных актов отметим постановления Правительства РФ: «О государственной экспертизе условий труда» от 25.04.2003 № 244, «О государственном надзоре и контроле за соблюдением законодательства РФ о труде и охране труда» от 09.09.1999 № 1035 (ред. от 28.07.2005).

К нормативным документам относятся:

1. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. М.: Изд. стандартов, 1989.
2. ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. М.: Изд. стандартов, 1982.
3. ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. М.: Изд. стандартов, 1990.
4. ГОСТ 12.1.046-78. ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация. М.: Изд. стандартов, 1990.
5. ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд. стандартов, 1984.
6. Правила устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат,

1998.

7. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. М.: Энергоатомиздат, 1994.

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

9. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. М.: Информ.-издат. центр Минздрава России, 1997.

10. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548096. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996.

7.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

При выполнении сварки на работников участка могут воздействовать вредные и опасные производственные факторы: повышенная запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны; ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла; производственный шум; статическая нагрузка на руку; электрический ток.

1. Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.

При данном процессе сварки в воздух рабочей зоны выделяется до 180 мг/м<sup>3</sup> пыли с содержанием в ней марганца до 13,7% процентов (ПДК 0,1-0,2 мг/м<sup>3</sup>), а также СО<sub>2</sub> до 0,5÷0,6%; СО до 160 мг/м<sup>3</sup>; окислов азота до 8,0 мг/м<sup>3</sup>; озона до 0,36 мг/м<sup>3</sup> (ПДК 0,1 мг/м<sup>3</sup>); оксидов железа 7,48 г/кг расходуемого материала; оксида хрома 0,02г/кг расходуемого материала (ПДК 1 мг/м<sup>3</sup>) [31, 32].

Образующийся при сварке аэрозоль характеризуется очень мелкой дисперсностью – более 90% частиц, скорость витания частиц  $< 0,1$  м/с.

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.

Характер воздействия пыли на организм человека зависит от ее химического состава, который определяет биологическую активность пыли. По этому признаку пыль подразделяют на пыль раздражающего действия и токсическую. Попадая в организм человека, частицы такой пыли взаимодействуют с кровью и тканевой жидкостью, и в результате протекания химических реакций образуют ядовитые вещества.

Отдельные виды пыли могут растворяться в воде и биологических жидких средах: крови, лимфе, желудочном соке, что может иметь как положительные, так и отрицательные последствия.

Медико-биологические исследования показали непосредственную связь между количеством, концентрацией, химическим составом пыли в рабочей зоне и возникающими профессиональными заболеваниями работников транспорта. Продолжительное действие пыли на органы дыхания может привести к профессиональному заболеванию – пневмокониозу. Пневмокониоз характеризуется разрастанием соединительной ткани в дыхательных путях.

Наряду с пневмокониозом, наиболее частым заболеванием, вызываемым действием пыли, является бронхит. В бронхах скапливается мокрота, и болезнь хронически прогрессирует.

Пыль, попадающая на слизистые оболочки глаз, вызывает их раздражение, конъюнктивит. Оседая на коже, пыль забивает кожные поры, препятствуя терморегуляции организма, и может привести к дерматитам, экземам. Некоторые виды токсической пыли (известь, соды, мышьяка, карбида кальция) при попадании на кожу вызывают химические раздражения и даже ожоги [32].

На участке сборки и сварки изготовления рамы перекрытия применяем общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию.

Каждое рабочее место также оборудуется вытяжным отсосом-зонтом, открытой конструкцией, всасывающее отверстие которой приближено к источнику выделений. Средняя скорость поступающего воздуха в проеме составляет 0,3÷3 метров в секунду [33].

Определим количество воздуха для организации местной вентиляции по формуле [34]:

$$L_M = S \cdot V_{\text{эф}}, \text{ м}^3 \cdot \text{ч}, \quad (7.1)$$

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:

$$S = A \cdot B \cdot n,$$

где  $A$  и  $B$  – ширина и длина зонта, расчеты этих параметров произведем согласно методичке [35];

$n$  – количество зонтов.

Определим количество конвективного тепла выделяемого источником [35]:

$$Q = 1,5 \cdot \sqrt{t_{\text{и}} + t_{\text{в}}}, \quad (7.2)$$

где  $t_{\text{и}}$  и  $t_{\text{в}}$  – температура поверхности источника и воздуха,  $^{\circ}\text{C}$ .

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

Максимальное расстояние от кромки зонта до источника тепловыделений определяется по формуле:

$$H = 1,5 \cdot \sqrt{F} = 1,5 \cdot \sqrt{1,62 \cdot 1,68} = 2,47 \text{ м}. \quad (7.3)$$

Найдем размеры вытяжного зонта:

$$A = a + 0,8 \cdot H = 1,62 + 0,8 \cdot 2,47 = 3,6 \text{ м}, \quad (7.4)$$

$$B = b + 0,8 \cdot H = 1,68 + 0,8 \cdot 2,47 = 3,66 \text{ м}, \quad (7.5)$$

$$S = 3,6 \cdot 3,66 \cdot 10 = 131,76 \text{ м}^2,$$

$$L_m = 131,76 \cdot 0,2 = 26,35 \text{ м}^3 \cdot \text{с},$$

Из расчета видно, что объём воздуха удаляемый от местных отсосов составляет  $L_o = 94867 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор радиальный ВР 86-77 №20 с двигателем АМУ280М8 45/750.

## 2. Производственный шум.

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

- MIG-500F КЕДР;
- вентиляция;
- сварочная дуга;
- слесарный инструмент: молоток ( $m = 2 \text{ кг}$ ) ГОСТ 2310-77, шабер, машинка ручная шлифовальная пневматическая ИП 2002 ГОСТ 12364-80, молоток рубильный МР – 22.

Шум возникает также при кантовке изделия с помощью подъемно – транспортных устройств (кран мостовой и кран - балка) и при подгонке деталей по месту с помощью кувалды и молотка.

Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности приведены в таблице 7.1 [36].

Шум неблагоприятно воздействует на работающего: ослабляет внимание, увеличивает расход энергии при одинаковой физической нагрузке, замедляет скорость психических реакций, в результате снижается производительность труда и ухудшается качество работы [36].

Мероприятия по борьбе с шумом.

Для снижения шума, создаваемого оборудованием, это оборудование следует помещать в звукоизолирующие ограждения изготовленные из пемзобетонной панели. Вентиляционное оборудование следует устанавливать на виброизолирующие пружинные основания, а вентиляторы следует устанавливать в отдельные звукоизолирующие помещения.

Таблица 7.1 – Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни

звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности в дБА

Категория напряженности трудового процесса	Категория тяжести трудового процесса				
	Легкая физическая нагрузка	Средняя физическая нагрузка	тяжелый труд 1 степени	тяжелый труд 2 степени	тяжелый труд 3 степени
Напряженность легкой степени	80	80	75	75	75
Напряженность средней степени	70	70	65	65	65
Напряженный труд 1 степени	60	60	-	-	-
Напряженный труд 2 степени	50	50	-	-	-

Для защиты органов слуха от шума рекомендуется использовать противошумовые наушники по ГОСТ Р 12.4.210-99.

### 3. Статическая нагрузка на руку.

При сварке в основном имеет место статическая нагрузка на руки, в результате чего могут возникнуть заболевания нервно-мышечного аппарата плечевого пояса. Сварочные работы относятся к категории физических работ средней тяжести с энергозатратами 172÷293 Дж/с (150÷250ккал/ч) [37].

Нагрузку создает необходимость держать в течение длительного времени в руках горелку сварочную (весом от 3 до 6 кг) при проведение сварочных работ, необходимость придержать детали при установке и прихватке и т. п. Для снижения нагрузки следует применять сборочные приспособления.

### 7.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке

Для освещения используем газораспределительные лампы, имеющие высокую светоотдачу, продолжительный срок службы, спектр излучения люминесцентных ламп близок к спектру естественного света. Лампы устанавливают в светильник, осветительная арматура которого должна обеспечивать крепление лампы, присоединение к ней электропитания, предохранения её от загрязнения и механического повреждения. Подвеска светильников должна быть жёсткой.

Система общего освещения сборочно-сварочного участка должна состоять из 16 светильников типа С 3-4 с ртутными лампами ДРЛ мощностью 250 Вт, построенных в 4 ряда по 6 светильников.

### 7.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производённой среды

1. Ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла.

В производственной обстановке рабочие, находясь вблизи расплавленного или нагретого металла, горячих поверхностей подвергаются воздействию теплоты, излучаемой этими источниками. Лучистый поток теплоты, кроме непосредственного воздействия на рабочих, нагревает пол, стены, оборудование, в результате чего температура внутри помещения повышается, что ухудшает условия работы.

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.

Тепловая радиация на рабочем месте может в целом составлять 0,5-6 кал/см<sup>2</sup>·мин [38].

## 2. Защита от сварочных излучений.

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. В нашем случае применим стекла серии ЭЗ (200-400 А).

Маска из фибры защищает лицо, шею от брызг расплавленного металла и вредных излучений сварочной дуги.

Спецодежда по ГОСТ 12.4.250-2013 – 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. Перечень средств индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке приведен в таблице 7.2.

Для защиты рук от брызг и лучистой энергии применяют брезентовые рукавицы.

Во избежание затекания раскаленных брызг костюмы должны иметь гладкий покррой, а брюки необходимо носить навыпуск.

Для защиты окружающих рабочих применяются ширмы.

Таблица 7.2 – 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
Ботинки кожаные	ГОСТ 27507-90
Рукавицы брезентовые (краги)	ГОСТ 12.4.010-75
Перчатки диэлектрические	ТУ 38-106359-79
Циток защитный для э/сварщика НН-ПС 70241	ГОСТ 12.4.035-78
Куртка х/б на утепляющей прокладке	ГОСТ 29.335-92

### 3. 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. В них определены требования к основным элементам конструкций, органам управления и средствам защиты, входящим в конструкцию производственного оборудования любого вида и назначения.

### 4. Электробезопасность.

На участке сборки и сварки применяются искусственные заземлители – вертикально забитые стальные трубы (4 шт.) длиной 2,5 м. и диаметром 40 мм.

Сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 4 Ом.

На участке используется контурное заземление – по периметру площади размещают оценочные заземлители.

Для связи вертикальных заземлителей используют полосовую сталь сечением 4х12 миллиметров.

#### 7.4.1 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов

Для защиты тела применяются огнестойкая спецодежда (костюмы брезентовые или хлопчатобумажные с огнестойкой пропиткой).

Защита от движущихся механизмов.

Для защиты работающих от движущихся механизмов предусмотрено следующее:

- проходы: между оборудованием, движущимися механизмами и перемещаемыми деталями, а также между постами – не менее 1 м; между автоматическими сварочными постами – не менее 2 м.;
- свободная площадь на один сварочный пост – не менее 3 м.;
- при эксплуатации подъемно-транспортных устройств ограждение всех движущихся и вращающихся частей механизмов;
- правильная фиксация рамы перекрытия на приспособлениях, а также контроль за правильностью строповки;
- контроль за своевременностью аттестации оснастки, грузоподъемных средств и стропов.

#### 7.5 Охрана окружающей среды

##### 1. Защита селитебной зоны

Распределение территорий осуществляется на основании генеральных планов, на которых указаны участки расселения, использования природного компонента, а также учитываются территориальные возможности производительных сил. Весь комплекс планирования, определения зон, застройки и т. д. необходим, чтобы городские и сельские поселения были максимально удобными, грамотно распланированными, отвечающими требованиям безопасного проживания, а также имели способность развивать

инфраструктуру на территории. В СНиП 2.07.01-89:2 дается определение «селитебная зона», определяются правила, требования, регламентируется последовательность действий для создания городских и сельских поселений, а также указываются данные для проведения расчетов [39].

Промышленные объекты являются основным источником загрязнения окружающей среды. Поэтому следует учитывать, при создании селитебной зоны, направление ветра, которое наиболее вероятно в этой местности. Так же селитебная зона должна быть отгорожена от промышленных предприятий зелеными насаждениями.

## 2. Охрана воздушного бассейна.

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 рамы перекрытия ФЮРА.0МКЮ.4У.179.00.000 СБ используют масляные фильтры для очистки воздуха от пыли по ГОСТ Р 51251-99. Пыль, проходя через лабиринт отверстий (вместе с воздухом), образуемых кольцами или сетками, задерживается на их смоченной масляным раствором поверхности. По мере загрязнения фильтра кольца и сетки промывают в содовом растворе, а затем покрывают масляной плёнкой. Эффективность фильтров данного типа составляет 95÷98 процентов.

Предельно допустимая концентрация примесей в атмосфере на территории промышленного предприятия не должна превышать 30 процентов вредных веществ для рабочей зоны [39].

## 3. Охрана водного бассейна

Охрана водного бассейна заключается в очистке стоков машиностроительного предприятия, для этого применяют механические методы, химические и физико-химические методы, а также комбинированные. Выбор того или иного метода зависит от концентрации взвешенного вещества,

степени дисперсности его частиц и требований, предъявляемых к очищенной воде.

#### 4. Охрана почв и утилизация промышленных отходов.

На проектируемом участке сборки и сварки перекрытия 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 [39].

#### 7.6 Защита в чрезвычайных ситуациях

На участке возможно возникновение пожара. Поэтому разработанный участок оборудован специальными средствами пожаротушения:

- пожарными водопроводными кранами (нельзя тушить электроустановки под напряжением, карбида кальция и т.д.) – 2 шт.;
- огнетушитель ОХП-10 (для тушения начинающегося пожара твёрдых горючих материалов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей) – 2 шт.;
- огнетушитель углекислотный ОУ-5 (для тушения горючих жидкостей, электроустановок и т.д.) – 2 шт.;
- ящик с сухим и чистым песком (для тушения различных видов возгорания).

#### 7.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Проект вытяжной вентиляции.

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

Вентиляция достигается удалением загрязненного или нагретого воздуха из помещения и подачей в него свежего воздуха.

В холодный и переходный периоды года, при категории работ Пб – работы средней тяжести, оптимальные параметры следующие: температура от плюс 17 до минус 19°С; относительная влажность 60÷40 %; скорость движения воздуха 0,3 м/с. В тёплый период года: температура 20÷22° С; относительная влажность 60÷40 %; скорость движения воздуха 0,4 м/с.

Для поддержания необходимой температуры применяется центральное отопление.

## Заключение

Настоящая выпускная квалификационная работа содержит проект разработанного механизированного участка сборки сварки рамы перекрытия, в целях усиления производства и увеличения качества продукции.

Для сборки-сварки рамы перекрытия использовалось стационарное сборочно – сварочное приспособление, рассчитаны режимы сварки и соответственно разработан технологический процесс.

В данной работе обоснован выбор способа сварки и сварочных материалов, а также произведен расчёт элементов приспособлений.

Проработаны мероприятия по мерам безопасности и охране труда а также улучшению организации труда. Произведены расчеты экономической составляющей технологического процесса.

Годовая производственная программа составляет 500 изделий.

Площадь спроектированного участка – 568,64 м<sup>2</sup>;

Средний коэффициент загрузки оборудования – 96,7%;

Количество приведенных затрат–145482930,38руб./изд. ·год.

## Список использованных источников

1. Патон Б.Е., Максимов С.Ю., Сидорук В.С., Сараев Ю.Н. – К вопросу о саморегулировании дуги при сварке плавящимся электродом // Сварочное Производство – №12 – 2014 – С. 3-11.
2. В.А. Ленивкин, д-р техн. наук, Д.В. Кисилев, инж., Н.В. Дюргеров, д-р техн. наук, Г.В. Даровский, канд. техн. наук. Особенности анодных процессов дуги при сварке плавящимся электродом в защитных газах // Сварка и диагностика – 2016 – №6, С. 25-28
3. Верещаго Е.Н., Костюченко В.И. Неустойчивость режима в цепи с емкостью и электрической дугой, питаемой от источника постоянного тока // Автоматическая сварка. – 2014. – № 8. – С. 44-48.
4. Андронов А.А., Витт А.А., Хайкин С.Э. Теория колебаний. – М.: Госиздат физико-математической литературы, 1959. – 915 с.
5. Г.А. Цыбульский / О влиянии электрической емкости в сварочной цепи на устойчивость режима дуговой сварки // Автоматическая сварка – 2015 – №12, С. 21-25.
6. СП 53-101-98 Изготовление и контроль качества стальных строительных конструкций.
7. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. – М.: Сов.радио, 1979. – 184 с.
8. Джонс Дж.К. Методы проектирования. – М.: Мир, 1986. – 326 с.
9. Диксон Дж. Проектирование систем: изобретательство, анализ и принятие решений. – М.: Мир, 1969. – 440 с.
10. Марочник сталей и сплавов / Ю. Г. Драгунов, Ю. В. Каширский и др.; под общей ред. А.С Зубченко – М.: Машиностроение, 2015. 1216с.: ИЛЛ.
11. Васильев В.И., Ильященко Д.П. Разработка этапов технологии при дуговой сварки плавлением – Издательство ТПУ, 2008г. - 96 с.
12. Томас К. И., Ильященко Д. П. Технология сварочного

производства. Томск. «Томский политехнический университет» -2011. – 247 с.

13. Китаев А. М. Китаев Я. А. Справочная книга сварщика. М: Машиностроение, 1985. - 256 с.

14. Проволока стальная сварочная. технические условия. ГОСТ 2246-70 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [http://www.standartov.ru/norma\\_doc/3/3903/index.htm](http://www.standartov.ru/norma_doc/3/3903/index.htm)

15. Федыко В.Т./Курсовая работа и расчет режимов при дуговой сварке плавлением с применением ЭВМ. Томск «Издательство ТПУ,» - 1993. – 98 с.

16. Сварочный полуавтомат MIG-500F КЕДР [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <https://www.seveko.ru/catalog/elektro-svarochnoe-oborudovanie/poluavtoma-ticheskaya-svarka/poluavtomaty-perenosnoj-mpp/mig-500f-kedr/>

17. Маслов Б.Г. Неразрушающий контроль сварных соединений и изделий в машиностроении: Учеб. пос. для вузов. – М.: Академия, 2008. – 272 с.

18. Организация и планирование производства. Основы менеджмента: метод. указ. к выполн. курс. работы. для студентов спец. 120500«Оборудование и технология сварочного производства». – Томск: Изд. ЮФТПУ, 2000-24 с.

19. Ахумов В.А. Справочник нормировщика. М.: Машиностроение, 1986. 240 с.

20. Крампит Н.Ю., Крампит А.Г. Устройства для перемещения сварочных аппаратов и их расчет. Учебное пособие для ст. спец. 120500, ИПЛ ЮТИ ТПУ-2004.

21. Крампит Н.Ю., Копытов О.В., Друзик О.А. Устройства для перемещения сварочных аппаратов. Сварочные колонны и тележки. «Оборудование и технология сварочного производства», 2012 г.

22. Крампит Н.Ю. Сварочные приспособления. Учебное пособие для ст. спец. 120500, ИПЛ ЮТИ ТПУ-2004.

23. Крампит Н. Ю. Сварочные приспособления. Эл. учебное пособие для ст. спец. «Оборудование и технология сварочного производства» ДО, 2008 г.
24. Ковалев Г.Д., Крампит Н.Ю., Крампит А.Г. Механическое сварочное оборудование. Учебное пособие для ст. спец.120500, Изд-во ТПУ, г. Томск- 2012г.
25. Крампит Н.Ю., Крампит А.Г., Крампит М.А. Устройства для поворота изделия. Вращатели и манипуляторы. Эл. учебное пособие для ст. спец. «Оборудование и технология сварочного производства», 2012.
26. Крампит Н.Ю., Крампит М.А., Лукашов А.С. Устройства для перемещения изделия. Транспортёры. Эл. учебное пособие для ст. спец. «Оборудование и технология сварочного производства», 2012 г.
27. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. Том 3. – М.: Машиностроение, 1978-557с.
28. Крампит Н.Ю. Проектирование сварочных цехов: Методические указания. Ю.: Изд-во ИПЛ ЮТИ ТПУ. – 2005. – 40 с.
29. О.Н. Жданова. Организация производства и менеджмент: методические указания к выполнению курсовой работы для студентов специальности 120500 «Оборудование и технология сварочного производства» -Юрга; ИПЛ ЮТИ ТПУ, 2005. – 32 с.
30. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. Том 3. – М.: Машиностроение, 1978 – 557 с.
31. ГОСТ 12.0.0030-74 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (с изменениями по И-Л-Х1-91)»
32. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования.
33. Запыленность и загазованность воздуха в рабочих зонах [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://www.ecolosorse.ru/ecologs-281-1.html>

34. О. Н. Русак, доктор технических наук, профессор. Промышленная вентиляция Учебное пособие по лабораторным, практическим и дипломным работам бакалавров и магистерским диссертациям. Санкт-Петербург 2011.

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

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

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

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

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



Министерство образования и науки Российской Федерации  
федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)  
Юргинский технологический институт (филиал) федерального государственного  
автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ЮТИ ТПУ)

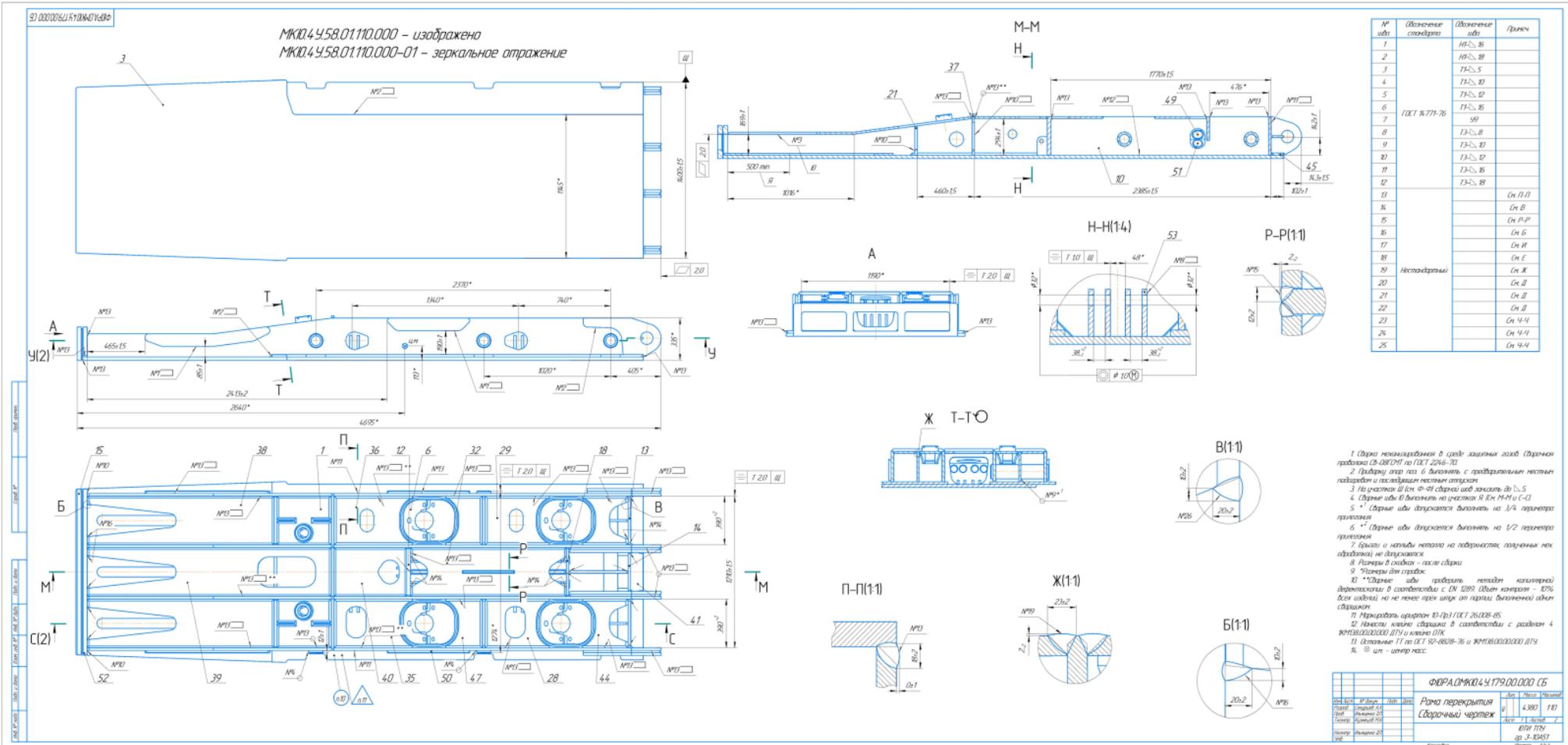
**Направление подготовки 15.01.03 «Машиностроение», профиль «Оборудование и технология сварочного производства»**

# **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА СБОРКИ- СВАРКИ ПЕРЕКРЫТИЯ КРЕПИ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ МКЮ.4У.58.**

Автор: студент гр. 3-10А52  
Руководитель: к.т.н., доцент ЮТИ  
Консультант: к.т.н., ст. преподаватель

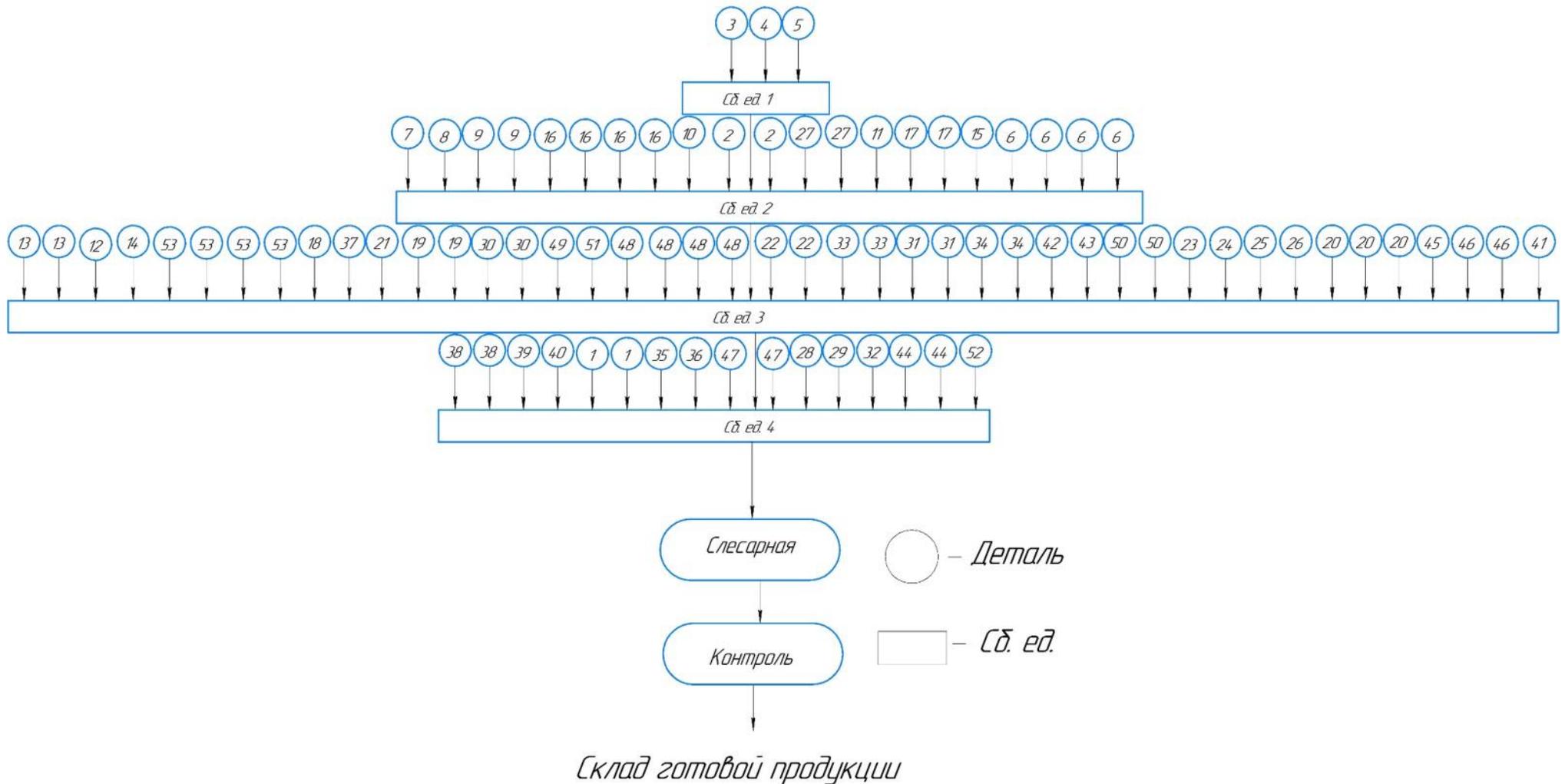
Секурцев А.А.  
Ильященко Д.П.  
Кузнецов М.А.

г. Юрга 2020 г.





# ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА СБОРКИ-СВАРКИ ИЗДЕЛИЯ

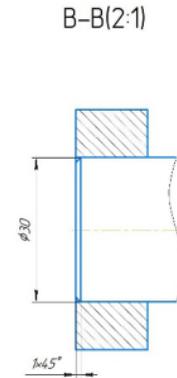
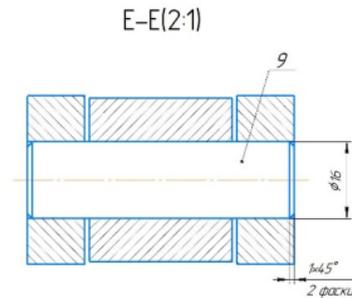
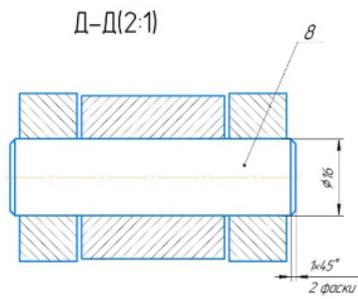
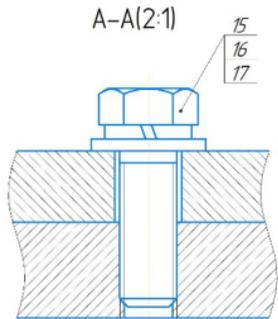
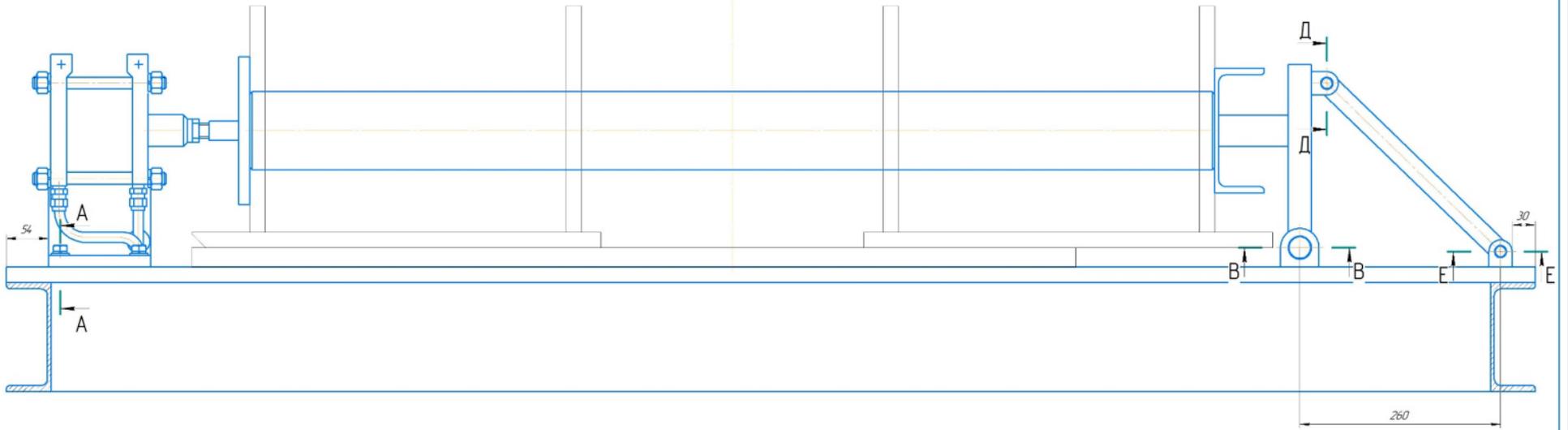






Ж-Ж(1:2,5)(1)

Шаблоны не показаны



## Карта организации труда на производственном участке

7

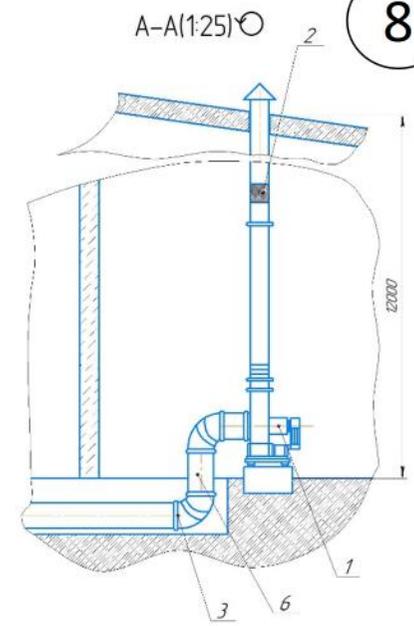
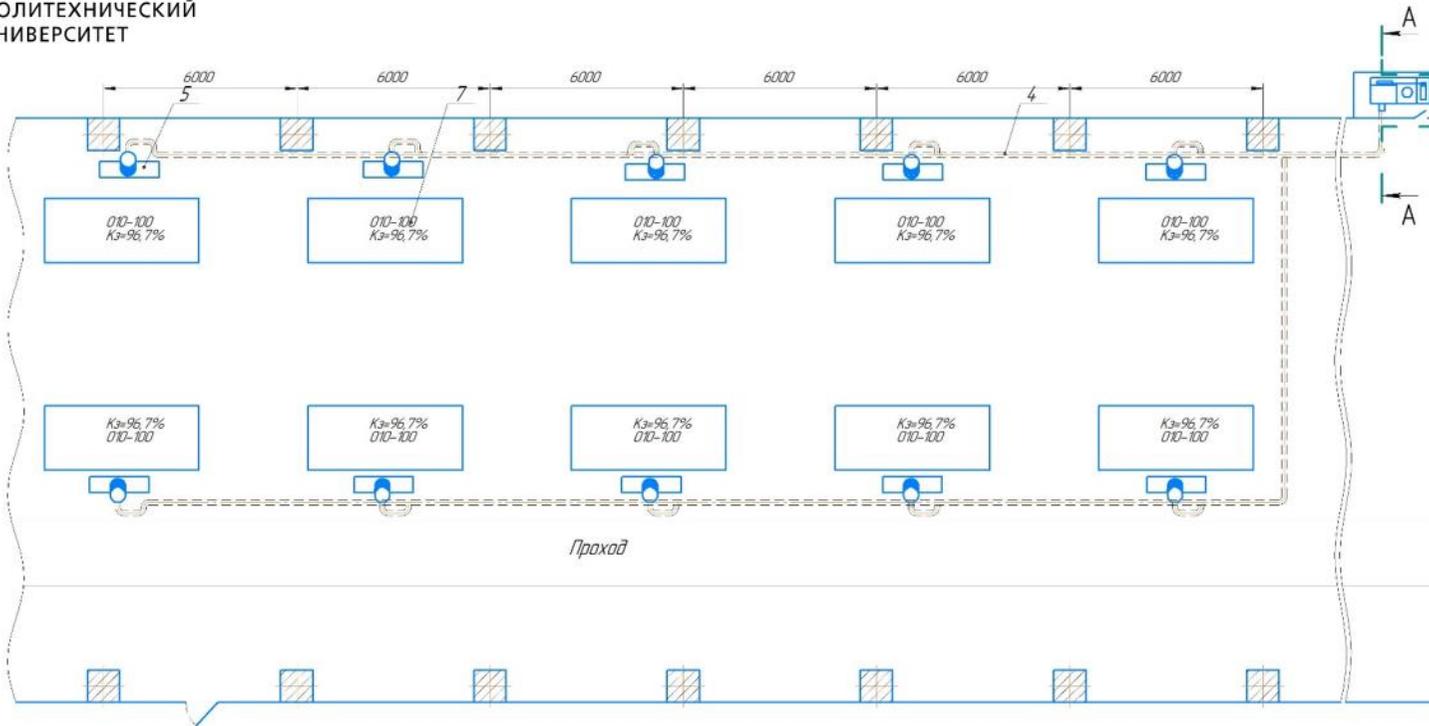
1	Исходные данные	<p>Вид производства- машиностроение Тип производства- серийное Цех-сборочно-сварочный Участок-сборочно-сварочный</p>	<p>Изделие-Рама перекрытия ФЮРА.ОМЖЮ.4У.179.00.000 СБ Годовая программа производства-500 шт. Количество рабочих в I смену-10, II смену-9 ч. Количество смен-2</p>	<p>Форма организации труда- бригада Профессия производственных рабочих- сварщики, слесари сборщики Разряд рабочих- 4 Вид сварки- механизированная в смеси газов CO<sub>2</sub>+Ar</p>																																																											
2	Трудовой процесс	<p>Рама перекрытия ФЮРА.ОМЖЮ.4У.179.00.000 СБ</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Операция</th> <th>Время, мин.</th> <th>Операция</th> <th>Время, мин.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>005 Комплектование</td><td>-</td><td>075 Сварочная</td><td>15,6</td></tr> <tr><td>010 Сварочная</td><td>20,2</td><td>080 Сварочная</td><td>784,66</td></tr> <tr><td>015 Сварочная</td><td>3</td><td>085 Слесарная</td><td>76,2</td></tr> <tr><td>020 Сварочная</td><td>211,72</td><td>090 Испытания</td><td>14,3</td></tr> <tr><td>025 Слесарно-сварочная</td><td>47,14</td><td>095 Слесарная</td><td>315</td></tr> <tr><td>030 Сварочная</td><td>18,9</td><td>100 Контроль</td><td>16,2</td></tr> <tr><td>035 Нагревание</td><td>4,74</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>040 Сварочная</td><td>1484,62</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>045 Слесарно-сварочная</td><td>57,7</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>050 Сварочная</td><td>26,1</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>055 Сварочная</td><td>1161,82</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>060 Слесарная</td><td>30</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>065 Контроль</td><td>6,3</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>070 Слесарно-сварочная</td><td>19,84</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>		Операция	Время, мин.	Операция	Время, мин.	005 Комплектование	-	075 Сварочная	15,6	010 Сварочная	20,2	080 Сварочная	784,66	015 Сварочная	3	085 Слесарная	76,2	020 Сварочная	211,72	090 Испытания	14,3	025 Слесарно-сварочная	47,14	095 Слесарная	315	030 Сварочная	18,9	100 Контроль	16,2	035 Нагревание	4,74			040 Сварочная	1484,62			045 Слесарно-сварочная	57,7			050 Сварочная	26,1			055 Сварочная	1161,82			060 Слесарная	30			065 Контроль	6,3			070 Слесарно-сварочная	19,84		
Операция	Время, мин.	Операция	Время, мин.																																																												
005 Комплектование	-	075 Сварочная	15,6																																																												
010 Сварочная	20,2	080 Сварочная	784,66																																																												
015 Сварочная	3	085 Слесарная	76,2																																																												
020 Сварочная	211,72	090 Испытания	14,3																																																												
025 Слесарно-сварочная	47,14	095 Слесарная	315																																																												
030 Сварочная	18,9	100 Контроль	16,2																																																												
035 Нагревание	4,74																																																														
040 Сварочная	1484,62																																																														
045 Слесарно-сварочная	57,7																																																														
050 Сварочная	26,1																																																														
055 Сварочная	1161,82																																																														
060 Слесарная	30																																																														
065 Контроль	6,3																																																														
070 Слесарно-сварочная	19,84																																																														
3	Режим работы и годовые фонды времени	<p>Номинальный фонд времени рабочих 1976 ч. Действительный фонд времени для электросварщиков 1739 ч. Действительный фонд времени для слесарей-сборщиков 1760 ч. Номинальный годовой фонд времени работы оборудования (при двухсменной работе) 3952ч. Действительный фонд времени при двухсменной работе оборудования основного (сварочного)- 3760ч. вспомогательного (механического) 3840ч.</p>	<p>График режима труда и отдыха</p>																																																												
4	Обслуживание рабочего места	<p>Функции обслуживания 1. Производственно-подготовительная 2. Инструментальная 3. Энергетическая 4. Транспортная 5. Контрольная 6. Наладочная 7. Хозяйственно-бытовая</p>	<p>Состав работ 1. Обеспечение рабочего места деталями, заготовками 2. Обеспечение инструментом 3. Обеспечение рабочего места энергией 4. Доставка деталей 5. Контроль качества наплавки 6. Наладка и ремонт оборудования 7. Уборка рабочего места</p>	<p>Исполнители 1. Кладовщик 2. Мастер 3. Рабочие службы энергетика 4. Транспортные рабочие 5. Контролер БТК 6. Наладчик 7. Сварщик</p> <p>Периодичность обслуживания 1. В начале смены и по мере необходимости 2. По мере износа 3. Постоянно в течении смены 4. По мере необходимости 5. По мере необходимости 6. По мере необходимости 7. По окончании смены</p>																																																											
5	Условия труда и безопасность жизнедеятельности	<p>Факторы вредности 1. Психо-физиологические: нервно-психическая нагрузка, рабочая поза, физическая нагрузка. 2. Санитарно-гигиенические: температура воздуха, влажность воздуха, движения воздуха, концентрация вредных примесей, запыленность воздуха, излучение, шум.</p> <p>Средства защиты 1. Создание производственно климата: механизация трудоемких операций, изменение рабочей позы. 2. Поддержание нормальных санитарно-гигиенических условий на территории участка в соответствии с ГОСТами. 3. Вентиляция</p>																																																													
6	Технич. докумен-тация	<p>1. Технологический процесс сборки и сварки рамы перекрытия. 2. Рабочие чертежи со спецификациями. 3. Инструкция по эксплуатации и уходу за оборудованием. 4. Инструкция по технике безопасности.</p>																																																													

Лист № 1 из 1  
Лист № 2 из 2  
Лист № 3 из 3  
Лист № 4 из 4  
Лист № 5 из 5  
Лист № 6 из 6  
Лист № 7 из 7  
Лист № 8 из 8  
Лист № 9 из 9  
Лист № 10 из 10

ФЮРА.000004.179 /П/				Лист	Масштаб	Аккумулятор
Форм. Асс.	№ докум.	Дата	Вид	у		11
Разраб.	Специальт.					
Провер.	Инженер АТ					
Инженер	Инженер ПМ					
Инженер	Инженер АТ					
Инженер	Инженер АТ					

Карта организации труда

ВУИИ ПТБ  
арх. З-81А51  
Формат А1



Технические характеристики вентилятора – 86-77 №20  
 1. Тип двигателя – АМЧ280М8 45/750.  
 2. Мощность двигателя – 15 кВт  
 3. Скорость всасывания воздуха – 0,5 м/с

- 1. Вентилятор радиальный 86-77 №20
- 2. Фильтр
- 3. Переходник
- 4. Трубопровод
- 5. Зонт
- 6. Трубопровод магистральный
- 7. Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА 000001.179.00.000 СБ

Лист 1 из 1  
Страна РФ  
Лист 1 из 1  
Лист 1 из 1  
Лист 1 из 1  
Лист 1 из 1

				ФЮРА.000005.179 ЛП			
Исполн.	Л.Ф.Филиппов	Лист	Всего	Система вентиляции участка	Лист	Всего	
Проектант	Семинский А.А.	у			у	140	
Инженер	Савицкий С.А.	Лист			Лист		
Инженер	Ильинский В.И.					ЮТИ ТПУ	
Стр.						гр 3-10А51	
				Формат А1			

## ОСНОВНЫЕ И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Наименование показателей участка	Единица измерения	Значение
<u>Основные показатели</u>		
1. Годовая программа выпуска	шт.	500
2. Количество сварочного оборудования	шт.	10
3. Капитальные вложения в сварочное оборудование	руб./изд. год	95387088,94
4. Численность производственных рабочих	чел.	21
5. Общие капитальные вложения на годовую программу изготовления изделия	руб./изд. год	97449564,86
6. Разряд рабочих		4
7. Расход металла на одно изделие	т.	5694
<u>Технико экономические показатели участка</u>		
1. Трудоемкость изготовления одного изделия	ч.	72,6
2. Средний коэффициент загрузки оборудования	%	96,7
3. Затраты на основные материалы	руб./изд.	229881,83
4. Затраты на вспомогательные сварочные материалы	руб./изд.	4397,12
5. Затраты на электроэнергию	руб./изд.	2744,22
6. Затраты на заработную плату основных рабочих	руб./изд.	13407,13
7. Затраты на амортизацию и ремонт оборудования	руб./изд.	328,91
8. Затраты на содержание помещений	руб./год. изд.	284,32
9. Себестоимость продукции	руб.	261730,99

Лист № 1

				ФЮРА.000006.179 /ЛП			
Итого	Листы	№ докум.	Листы	Дата	Авт.	Масса	Масштаб
Рисунки	Спецификации	Акт	Исполнение		у	-	-
Техническое задание	Техническое задание				Авт.	Авт.	Т
Исполнение	Исполнение						
Итого	Итого						

Копировать

Страница 1/1

**ДОКЛАД ОКОНЧЕН,  
СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ.**