

**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 КСКр.381.34.001.120</b>

УДК: 621.757:621.791:621.873.3-21

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А72	Турдумбеков Э.У.		

Руководитель

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

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

Юрга – 2021 г.

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

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

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

Студент гр. 10А72

Руководитель ВКР

Турдумбеков Э.У.

Ильященко Д.П.

**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
10А72	Турдумбеков Эрболот Уланович

Тема работы:

Разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки рамы КСКр.381.34.001.120	
Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	01.02.2021 г. № 32-106/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><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></p>	Материалы преддипломной практики
<p><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></p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Обзор и анализ литературы.</li><li>2. Объект и методы исследования.</li><li>3. Разработка технологического процесса.</li><li>4. Конструкторский раздел.</li><li>5. Проектирование участка сборки-сварки.</li><li>6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.</li><li>7. Социальная ответственность.</li></ol>

<p><b>Перечень графического материала</b> (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<p>1. ФЮРА.КСКр.381.034.001.120 СБ Рама основная 8 листов (А2х3).  2. ФЮРА.000001.082.00.000 СБ Приспособление сборочно-сварочное 1 лист (А1).  3. ФЮРА.000002.082 План участка 1 лист (А1).  4. ФЮРА.000003.082 Система вентиляции участка 1 лист (А1).  5. ФЮРА.000004.082 Основные техно–экономические показатели 1 лист (А1).  6. ФЮРА.000005.082 Схема изготовления рамы 1 лист (А1).</p>
--	--

<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> (с указанием разделов)</p>	
<p><b>Раздел</b></p>	<p><b>Консультант</b></p>
<p>Технологическая и конструкторская часть</p>	<p>Ильященко Д.П.</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Солодский С.А.</p>
<p>Финансовый менеджмент</p>	<p>Телипенко Е.В.</p>
<p><b>Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:</b></p>	
<p> </p>	
<p> </p>	
<p> </p>	

<p><b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b></p>	<p>03.02.2021</p>
--	-------------------

**Задание выдал руководитель:**

<p><b>Должность</b></p>	<p><b>ФИО</b></p>	<p><b>Ученая степень, звание</b></p>	<p><b>Подпись</b></p>	<p><b>Дата</b></p>
<p>Доцент ЮТИ</p>	<p>Ильященко Д.П.</p>	<p>К.т.н.</p>	<p> </p>	<p> </p>

**Задание принял к исполнению студент:**

<p><b>Группа</b></p>	<p><b>ФИО</b></p>	<p><b>Подпись</b></p>	<p><b>Дата</b></p>
<p>10А72</p>	<p>Турдумбеков Э.У.</p>	<p> </p>	<p> </p>

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

Институт Юргинский технологический институт

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

Период выполнения (осенний / весенний семестр 2020 – 2021 учебного года)

Форма представления работы:

Дипломный проект

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

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:

Дата контроля	Название раздела (модуля)/ Вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
17.02.2021	Обзор литературы	10
15.03.2021	Объекты и методы исследования	15
13.04.2021	Разработка технологического процесса	15
16.04.2021	Конструкторский раздел	15
13.04.2021	Проектирование участка сборки–сварки	15
25.04.2021	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
10.05.2021	Социальная ответственность	15

**Составил преподаватель:**

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

**СОГЛАСОВАНО:**

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

Юрга – 2021 г.

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

Студенту:

Группа	ФИО
10А72	Турдумбекову Эрболоту Улановичу

Институт	ЮТИ ТПУ	Направление/специальность	15.03.01 «Машиностроение» профиль «Оборудование и технология сварочного производства»
Уровень образования	Бакалавриат		

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

Оценка стоимости производства по предлагаемому технологическому процессу основания КСКр.381.034.001.120

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

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

### Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

*При необходимости представить эскизные графические материалы к расчетному заданию*

### Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

### Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Телипенко Е.В.	К.Т.Н. доцент		

### Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10762	Турдумбеков Эрболот Уланович		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
10А72	Турдумбекову Эрболоту Улановичу

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

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

<p>1. Описание технологического процесса, проектирование оснастки и участка сборки-сварки рамы основной 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>	<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>
2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме	

### 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</i></li> </ul> <p><i>(сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</i></p>	<p>Действие выявленных вредных факторов на организм человека. Допустимые нормы (согласно нормативно-технической документации). Разработка коллективных и рекомендации по использованию индивидуальных средств защиты.</p>
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности (источники, 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>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>



3. Охрана окружающей среды: защита селитебной зоны анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	Вредные выбросы в атмосферу.
4. Защита в чрезвычайных ситуациях: перечень возможных ЧС на объекте; выбор наиболее типичной ЧС; разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	Перечень наиболее возможных ЧС на объекте.
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	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
10А72	Турдумбеков Э.У.		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа 123 с., 6 рис., 17 табл., 55 источников, 3 прил.

Ключевые слова: сварка, технология, сборочно-сварочное приспособление, план участка, контроль, комбайн скребковый с крестовой разгрузкой. Объектом исследования является – технология сборки-сварки рамы комбайна скребкового.

Цель работы – разработка и проектирование эффективного производства, с применением современного оборудования, использованием более совершенной технологии и достижение высокой степени механизации производства для рамы КСКр.381.34.001.120.

В процессе исследования проводились поиск и анализ литературы, анализ объекта исследования, подбор сварочного оборудования и материалов.

В результате исследования был спроектирован участок сборки сварки КСКр.381.34.001.120. расчет технологических режимов, спроектировано сборочно-сварочное приспособление, была рассчитана экономическая и социальная часть проекта.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: Масса изделия составляет 10779 кг, габаритные размеры 3000×2034×1124 мм, изделие состоит из сталей: 10ХСНД, 30ХГСА и 14ХГ2САФД.

Область применения: горно-шахтное производство.

Экономическая эффективность на производство комбайна скребкового с крестовой разгрузкой с годовой программой выпуска изделия 500 шт.

- капитальные вложения 6033027,93 руб;
- себестоимость продукции 91000733,11 руб.

В результате проведенных расчетов было определено количество приведенных затрат 91905687,28 руб/изд. год

## **Abstract**

Final qualifying work 123 pages, 6 figures, 17 tables, 55 sources, 3 appendices

Key words: welding, technology, assembly and welding device, site plan, control, scraper combine with cross unloading.

The object of the research is the technology of assembly-welding of the scraper combine frame.

The purpose of the work is the development and design of efficient production, using modern equipment, using more advanced technology and achieving a high degree of mechanization of production for the frame KSKr.381.34.001.120.

In the course of the research, a search and analysis of literature, analysis of the research object, selection of welding equipment and materials were carried out.

As a result of the study, the welding assembly section KSKr.381.34 was designed, the calculation of technological modes, the assembly-welding device was designed, the economic and social part of the project was calculated.

Main design, technological and technical and operational characteristics: The weight of the product is 10779 kg, the overall dimensions are 3000x2034x1124 mm, the product consists of steels: 10KhSND, 30KhGSA and 14KhG2SAFD.

Scope: mining production.

Economic efficiency for the production of a cross-unloading scraper combine with an annual production program of 500 pieces:

- capital investments 6,033,027.93 rubles;
- production cost 91,000,733.11 rubles.

As a result of the calculations, the amount of reduced costs was determined as 91905687.28 rubles / ed. year.

## Содержание

Введение	15
1 Обзор литературы	16
2 Объект и методы исследования	23
2.1 Описание сварной конструкции	23
2.2 Требования НД, предъявляемые к конвейеры шахтные скребковые согласно ГОСТ Р 55152-2012. Общие технические требования и методы испытаний [19]	23
2.2.1 Требования к подготовке кромок	25
2.2.2 Требования к сварке при прихватке	27
2.2.3 Требования к сборке сварного соединения	28
2.2.4 Требование к оформлению документации	31
2.2.5 Требование к контролю	31
2.3 Методы проектирования	35
2.4 Постановка задач	36
3 Разработка технологического процесса	37
3.1 Анализ исходных данных	37
3.1.1 Основные материалы	37
3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки	38
3.1.3 Выбор сварочных материалов	39
3.2 Выбор технологических режимов	44
3.3 Выбор основного оборудования	44
3.4 Выбор оснастки	46
3.5 Составление схемы общей сборки. Определение рациональной схемы разделения конструкции на сборочные единицы	46
3.6 Выбор методов контроля. Регламент проведения. Оборудование	48
3.6.1 Визуальный и измерительный контроль	49

3.6.2	Требования к выполнению визуального и измерительного контроля	49
3.6.3	Порядок выполнения визуального и измерительного контроля сварных соединений.	50
3.6.4	Ультразвуковой контроль	51
3.6.5	Подготовка поверхности к контролю	51
3.7	Разработка технологической документации	52
3.8	Техническое нормирование операций	53
3.9	Материальное нормирование	56
4	Конструкторский раздел	59
4.1	Проектирование сборочно-сварочных приспособлений	59
4.2	Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений	59
4.3	Работа сборочно-сварочных приспособлений	61
5	Проектирование участка сборки-сварки	62
5.1	Состав сборочно-сварочного цеха	62
5.2	Расчет основных элементов производства	63
5.2.1	Определение количества необходимого числа оборудования	63
5.3	Пространственное расположение производственного процесса	65
5.3.1	Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха	65
5.3.2	Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха	67
6	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	68
6.1	Финансирование проекта и маркетинг	68
6.2	Экономический анализ техпроцесса	68
6.3	Расчет технико-экономической эффективности	80
6.4	Основные технико-экономические показатели участка	80
6.5	Вывод.	81

7	Социальная ответственность	82
7.1	Описание рабочего места	82
7.2	Законодательные и нормативные документы	83
7.3	Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	84
7.4	Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды	89
7.5	Обеспечение требуемого освещения на участке	91
7.6	Охрана окружающей среды	92
7.7	Чрезвычайные ситуации	93
7.8	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	95
7.9	Вывод	97
	Заключение	99
	Библиография	100

Приложение А ( спецификация ФЮРА.КСКр.381.34.001.120)

Приложение Б ( спецификация Приспособления сборочно-сварочное)

Приложение В (Технологический процесс)

Диск CD-R	в конверте на обложке
Графическая часть	На отдельных листах
ФЮРА.КСКр.381.34.001.120 СБ Рама. Сборочный чертеж	Формат -А1
ФЮРА.000001.082.00.000 СБ	Формат -А1
Приспособление сборочно-сварочное	
ФЮРА.000002.082.00.000 План участка	Формат А1
ФЮРА.000003.082.00.000 Система вентиляции участка	Формат А1
ФЮРА.000004.082.00.000 Экономическая часть	Формат А1
ФЮРА.000005.082.00.000 Схема изготовления рамы	Формат А1

## Введение

Обширное использование сварки оправданно её экономичностью и эффективностью получения неразъемных соединений. Сварка допускает сократить расход металла, массу изготавливаемой продукции, трудоемкость производственных процессов. Механизация и автоматизация сварочных процессов позволяет повысить производительность труда, улучшить качество изделий, снизить затраты на производство единицы продукции.

В настоящий момент сварка один из незаменимых способов соединения металлов. Существует многочисленное количество видов сварки: сварка под слоем флюса, ручная дуговая сварка, сварка давлением, сварка в защитных газах плавящимся и не плавящимся электродом, электрошлаковая сварка и т.д.

Широкое распространение получила механизированная сварка в смеси газов ( $Ar + CO_2$ ), так как она имеет более простой и эффективный технологический процесс, отличающийся гибкостью и универсальностью. Она имеет высокие технико-экономические показатели. Преимущества этого вида сварки заключается в следующем:

- a) комбинирование влияния углекислого газа и аргона;
- b) высокое качество сварных соединений;
- c) стабильность сварочной дуги;
- d) возможность сварки в различных пространственных положениях;
- e) низкая стоимость при использовании активных защитных газов;
- f) высокая производительность и легкость механизации и автоматизации процесса

В данной выпускной квалификационной работе производится проектирование участка сборки и сварки рамы комбайна скребкового с крестовой разгрузкой ФЮРА.КСКр.381.34.00.120 СБ. В ходе проводимой работы необходимо получить производство с наибольшей степенью механизации и автоматизации производства, повышающей производительность и условия труда.

## 1 Обзор литературы

При подготовке и выполнении данной работы были изучены нововведения в сфере механизированной сварке в защитных газах, технике сварки, применяемом оборудовании и оснастки. Были изучены статьи, нововведения в сфере механизированной сварке.

Авторы статей [1–5] пишут, о нововведениях в сфере механизированной сварке в среде защитных газов, оборудовании и технике сварки.

В статьях [6,7] рассмотрены в каком направлении развивается современные технологии в механизированной сварке.

В статьях [8,9] авторы пишут, что современные источники питания развиваются в направлении импульсной технологии.

Авторы статей [10–14] пишут, о импульсных технологиях в сфере сварочного производства. Авторы подчеркнули ряд преимуществ по сравнению с инверторными источниками питания.

Импульсные процессы – один из методов, помогающих добиться высокого качества. Данная технология позволяет снизить разбрызгивание, что сказывается на внешнем виде сварных соединений и снижает затраты на последующую механическую обработку. Сниженное тепло вложение позволяет вести сварку без прожогов и тем самым минимально влиять на основной металл. По сравнению со стандартной сваркой *MIG/MAG* импульсная сварка позволяет в 3 – 8 раз повысить производительность процесса и значительно снизить сварочные деформации. Управляемый перенос металла помогает улучшить качество сварки. Данный метод является одним из самых лучших и эффективных. Все эти преимущества приводят к достаточно ощутимой экономии бюджета производства.

Ведущие производители сварочного оборудования [15–18] предлагают свои современные источники питания с импульсными технологиями.



Технология *Speed Arc* и *Speed Puls* реализованы на оборудовании фирмы *LORCH*.

*SpeedArc* отличается высокой сфокусированностью и стабильной дугой в сочетании с плотностью энергии, которая на голову выше любого другого сопоставимого процесса. Обеспечивая гораздо более глубокое проникновение в основной материал во всем диапазоне мощностей, этот процесс обеспечивает уровень проникновения, с которым обычные машины *MIG-MAG* просто не могут сравниться. Повышенное давление дуги, которое подается в сварочную ванну *SpeedArc XT*, значительно увеличивает скорость сварки *MIG-MAG* во всем диапазоне мощности, делая ее значительно быстрее, проще в управлении и, следовательно, намного экономичнее.

В результате долгих испытаний *LORCH* была получена новая сварочная дуга, обладающая большей энергетической плотностью, более сфокусированная, обеспечивающая большее давление сварочной дуги в расплаве. Так, при использовании *SpeedArc* металл толщиной 15 мм можно сварить за 1 проход (при мощности сварочных полуавтоматов от 400А).

*SpeedArc* применяется только для металлов толщиной от 8 мм. В работе с металлами меньшей толщины данный сварочный процесс и сама сварка очень нестабильна. При работе с тонким металлом *SpeedArc* теряет свой смысл, т.к. его задача – быстрая и качественная сварка толстого металла.

*SpeedPuls* призван расширить возможности применения импульсной сварки для сварки различных сталей и повысить её производительность. Применение импульсной дуги при *MIG/MAG* сварке сталей было связано в основном с необходимостью обеспечения четко дозированного переноса электродного металла и как следствие обеспечение минимальных тепло вложений, связанных с этим минимальных деформаций и т.п. При этом производительность и скорость сварки были существенно ниже, чем при сварке со струйным переносом электродного металла [15].

Технология *EWM-forceArc*®, *EWM-coldArc* и *PipeSolution*® реализованы на оборудовании фирмы *EWM*.

*EWM-forceArc*® – сварка с глубоким проваром за счет короткой сжатой дуги Форсированная дуга с глубоким проплавлением, стабильной направленностью в режиме струйного переноса. Сварка со струйным переносом металла очень часто используется на практике когда необходимо добиться высокой производительности. Струйный перенос металла возникает при сварке плавящимся электродом на высоких токах в среде защитных газов. В качестве защитного газа при этом как правило выступают инертные газы, либо смесь газов на основе аргона, с содержанием аргона не менее 50%.

Сварочная дуга *EWM-forceArc* используется в верхнем диапазоне мощности. По сравнению со стандартной струйной дугой дуга *EWM-forceArc* имеет следующие преимущества:

- высокая проплавающая способность за счет исключительно сильного давления плазмы в сварочной дуге.
- удобство использования при ручной сварке благодаря низкой подверженности короткой дуги магнитному дутью.
- отсутствие подрезов, отсутствие несплавлений сварочных кромок благодаря короткой дуге.
- высокая скорость сварки, экономия сварочных материалов за счет возможности применения разделок с меньшими углами раскрытия кромок.
- небольшая зона термического нагрева и небольшое коробление благодаря ограниченному нагреву.

Области применения технологии *EWM-forceArc* – машиностроение, судостроение, автопроизводство, производство оборудования, изготовление любых металлоконструкций. Наиболее эффективно использование технологии *EWM-forceArc* при сварке толстолистового металла и металлоконструкций с ограниченным доступом к корню шва. В настоящее

время хорошие результаты получены при сварке конструкций из углеродистой стали, легированной стали, высоколегированной стали, алюминия и его сплавов с толщиной металла от 5 мм. Наиболее часто при сварке на *EWM-forceArc* используют сварочную проволоку диаметром 1,0 и 1,2 мм. В качестве защитного газа при сварке на *EWM-forceArc* применяется аргон или газовые смеси с высоким содержанием аргона.

*EWM-coldArc*®- с минимальным тепло вложением для сварки и пайки тонких листов, а также провара корня шва с хорошим перекрытием зазора.

Разработки компании *EWM* для процесса с малой мощностью без вмешательства в механизм подачи сварочной проволоки привели к созданию процесса, при котором воздействие на сварочную дугу оказывается исключительно источником питания. Этот процесс был назван- *coldArc*. При нем сварка осуществляется короткой дугой и как следствие характеризуется сменой циклов короткого замыкания и горения дуги. Т.к. напряжение при зажигании дуги является решающим фактором при сварке тонких листов, то оно оказывает решающее влияние на:

- динамику подвода энергии, то есть на фазу дуги,
- фазу короткого замыкания,
- зажигание дуги.

Изменение напряжения идентично изменению при стандартной сварке короткой дугой. Напряжение на дуге является задающим параметром при управлении силой тока.

Поскольку напряжение является ведущим параметром, то его необходимо постоянно измерять, оценивать и соответствующим образом реагировать. Благодаря процессу обработки сигналов (*DSP*) можно резко уменьшить энергию чему зажигание дуги пройдет без выплесков металла, мягко. Поскольку после зажигания дуги необходимо достаточное количество энергии для образования капли расплавленного металла на конце электрода, то на короткое время сила сварочного тока принудительно увеличивается

источником питания. Получается так называемый импульс расплавления. После этого ток снижает до рабочего тока и начинается новая фаза.

Благодаря импульсу после каждого короткого замыкания на конце электродной проволоки образуется большая капля расплавленного металла, что ведет к плавному протеканию процесса и возможности работать в фазах между замыканиями с низкой силой сварочного тока.

Инновационная технология *PipeSolution*® от *EWM* сочетает в себе скорость *MAG* сварки с надежностью *TIG* сварки, обеспечивая мощную и стабильную дугу в любой плоскости. Оборудование с технологией *PipeSolution*® прекрасно подходит как для ручной, так и автоматизированной сварки деталей любой толщины, к примеру, труб или тонких металлических листов.

- Сварка корня с *PipeSolution*: для заполняющих и заключительных проходов.
- Сварки с пульсом: обеспечивает оптимальную форму шва в любом положении.
- Чрезвычайно надежный шов с выдающимся качеством [16].

Технология *HyperFill*™ реализованы на оборудовании фирмы *Lincoln Electric*.

*HyperFill*™ - это запатентованное решение сварки расщепленной дугой с использованием одного источника питания, одного механизма подачи, одного лайнера и одного контактного наконечника.

Уникальный процесс *GMAW*, одна дуга при двух проволоках.

Благодаря инновационной конструкции *twin-wire*, *HyperFill*™ задействует две проволоки небольшого диаметра для получения крупной капли металла и дуги. Таким образом, достигается более крупная сварочная ванна, которую легче контролировать, что позволяет оператору увеличить наплавку в среднем на 50% по сравнению с традиционным процессом с одной проволокой.



Снижение вероятности подреза снижение напряжения обеспечивает повышение производительности наплавки и уменьшает вероятность подреза [17].

Технология *Steel Dynamic Steel Transfer (Steel, SteelRoot, SteelDynamic:)* реализованы на оборудовании фирмы *Lincoln Electric*.

*Steel Dynamic* предназначена для сварки со струйным переносом металла больших толщин. Параметры сварки делают дугу более динамичную и концентрированную, что в свою очередь увеличивает глубину проплавления и увеличивает скорость сварки .

Технология *Steel Transfer* сварочные программы – это комбинация параметров зажигания, горения и гашения дуги. Цифровые инверторные аппараты включают в себя экспертное ноу-хау *Fronius*: технологию *Steel Transfer* для сварки сталей при изготовлении конструкций различного назначения. Специальные целевые наборы сварочных программы [табл.1.1] для различных применений, а также стабильный старт, настраиваемые параметры начальной фазы сварки и заварки сварочного кратера делают *Steel Transfer* идеальным инструментом для любого сварщика [18].

Таблица 1.1 «Технологии *Steel Transfer*».

<p>Основные режимы:  <i>Steel</i>: семейство универсальных программ, позволяющее охватить большинство сварочных задач по сварке стали: выполнение тавровых и стыковых соединений, заполнение разделки, высокопроизводительная сварка с производительностью наплавки до 13 кг/час.</p>	
<p><i>SteelRoot</i>: программы, обеспечивающие поддержание мягкой и стабильной короткой дуги с пониженной удельной мощностью, создающей хорошо управляемую сварочную ванну. Безупречная сварка корня шва без подложки и отличная сварка по зазору являются оптимальным способом сварки.</p>	

Продолжение таблицы 1.1.

*SteelDynamic*: программы для получения агрессивной, продавливающей полупогружённой дуги в верхнем диапазоне сварочных токов, горячей ниже уровня сварочной ванны. В результате достигается глубокое и узкое проплавление, а также повышается скорость сварки.



Вывод. На основе выше рассмотренных статей и обзора литературы выберем сварочную технологию компании *EWM-forceArc*. Так как нам требуется выполнять сварку металла больших толщин, развитие современных источников питания дало возможность расширить их функциональные характеристики и обеспечить высокое качество выполнения сварки.

Для механизированной сварки в среде защитного газа сварочный источник питания должен обладать современными технологиями чтоб обеспечить высокую эффективность, экономический расход ресурсов и экологической безопасности процесса.

## **2 Объект и методы исследования**

### **2.1 Описание сварной конструкции**

Изготавливаемое изделие – рама, представляет собой сварную конструкцию, которая является опорной частью комбайна скребкового крестового разгрузочного горно-шахтного оборудования.

Эта конструкция подвергается большим статическим и циклическим нагрузкам. Конструкция изделия представлена на чертеже ФЮРА.КСКр.381.34.001.120.СБ. Габаритные размеры изделия:

3000×2034×1124 мм. Масса, кг.: 10079 кг.

**2.2 Требования НД, предъявляемые к конвейеры шахтные скребковые согласно ГОСТ Р 55152-2012. Общие технические требования и методы испытаний [19].**

Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 11.12.2020 г. № 519 "Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Требования к производству сварочных работ на опасных производственных объектах".

–РД 03-495-02 "Технологический регламент проведения аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства"

Настоящие документы разработаны с учетом результатом анализа и систематизации опыта работ по аттестации сварщиков специалистов сварочного производства в соответствии с правилами аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства (ПБ 03-273-99) и Техническим регламентом проведения аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства (РД 03-495-02) и содержат рекомендации, которые

унифицируют методологию выполнения и оформления работ и разъясняют некоторые положения указанных документов с учетом специфики.

–РД 03-613–03 (Порядок применения сварочных материалов при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов)

Настоящие документы разработаны с учетом результатов анализа и систематизации опыта работ по аттестации сварочных материалов (СМ) в соответствии с Порядком применения сварочных материалов при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов (РД 03-613-03) и содержат рекомендации, которые унифицируют методологию выполнения и оформления работ и разъясняют некоторые положения указанного документа с учетом специфики его применения для различных условий, в том числе для строительных объектов и объектов стального мостостроения.

–РД 03-614–03 (Порядок применения сварочного оборудования при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов)

Документ устанавливает порядок проведения аттестации сварочного оборудования, используемого при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств, применяемых на опасных производственных объектах, а также порядок оформления результатов аттестации этого оборудования и применяется в части, не противоречащей действующим законодательным и иным нормативным правовым актам.

–РД 03-615-03 "Порядок применения сварочных технологий при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов".

Настоящий документ составлен по результатам анализа и систематизации опыта работ по производственной аттестации технологий сварки (наплавки), используемых при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств опасных производственных объектов



в соответствии с требованиями Порядка применения сварочных технологий при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов (РД 03-615-03), и содержит рекомендации, которые разъясняют некоторые положения указанного документа и унифицируют методологию выполнения и оформления работ.

### 2.2.1 Требования к подготовке кромок

Подготовка кромок под сварку. К элементам геометрической формы подготовки кромок под сварку относятся угол разделки кромок  $\alpha$ , притупление кромок  $S$ , длина скоса листа  $L$  при наличии разности толщин металла, смещение кромок относительно друг друга «б», зазор между стыкуемыми кромками «а» показаны на рисунке 1 [20].

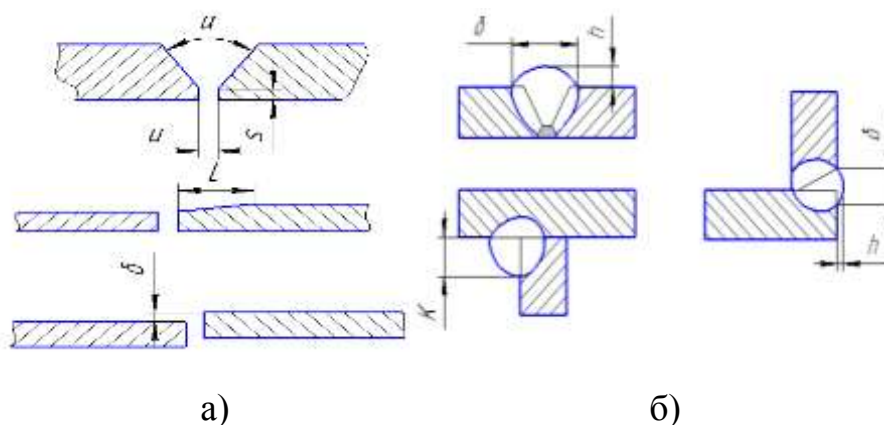


Рис 1. Элементы геометрической формы подготовки кромок под сварку (а) и шва (б):  $\delta$  - ширина шва,  $h$  - высота шва,  $K$  - катет шва [20].

Угол разделки кромок выполняется при толщине металла более 3 мм, поскольку ее отсутствие (разделки кромок) может привести к непровару по сечению сварного соединения, а также к перегреву и пережогу металла; при отсутствии разделки кромок для обеспечения провара электросварщик должен увеличивать величину сварочного тока.

Разделка кромок позволяет вести сварку отдельными слоями небольшого сечения, что улучшает структуру сварного соединения и уменьшает возникновение сварочных напряжений и деформаций.

Зазор, правильно установленный перед сваркой, позволяет обеспечить полный провар по сечению соединения при наложении первого (корневого) слоя шва, если подобран соответствующий режим сварки.

Длиной скоса листа регулируется плавный переход от толстой свариваемой детали к более тонкой, устраняются концентраторы напряжений в сварных конструкциях.

Притупление кромок выполняется для обеспечения устойчивого ведения процесса сварки при выполнении корневого слоя шва. Отсутствие притупления способствует образованию прожогов при сварке.

Смещение кромок создает дополнительные сварочные деформации и напряжения, тем самым ухудшая прочностные свойства сварного соединения. Смещение кромок регламентируется либо ГОСТами, либо техническими условиями. Кроме того, смещение кромок не позволяет получать монолитного сварного шва по сечению свариваемых кромок.

ГОСТ 14771-76 предусматривает для соединений формы подготовленных кромок:

тавровых - на рис. 2

нахлесточных - на рис. 3.

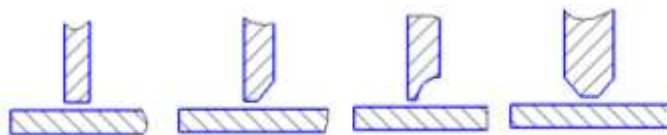


Рис. 2 Форма подготовленных кромок под сварку для тавровых соединений [20].



Рис. 3 Форма подготовленных кромок под сварку для нахлесточных соединений [20].

Подготовку кромок под сварку выполняют на механических станках - токарных (обработка торцов труб), фрезерных, строгальных - обработка листов и т. д., а также применением термической резки. Листы, трубы, изготовленные из углеродистых сталей, обрабатываются газокислородной резкой. В качестве горючих газов могут служить ацетилен, пропан, коксовый газ и т. д. Цветные металлы, а также нержавеющие стали обрабатываются плазменной резкой.

Перед сваркой особо ответственных конструкций торцы труб или листов после газокислородной резки обрабатывают дополнительно механическим путем; это делается для того, чтобы избежать каких-либо включений в металле.

### **2.2.2 Требования к сварке при прихватке**

Собранные элементы (изделия) должны прихватываться в нескольких местах прихватки должны располагаться на равном расстоянии друг от друга в местах последующего наложения сварного шва.

Длина прихваток должна быть не менее 50 мм и расстояние между ними не более 500 мм, а в конструкциях из стали с пределом текучести 440 МПа длина прихваток должна быть не менее 100 мм, расстояние между прихватками не более 400 мм. Высота прихватки должна составлять 0,3 - 0,5 высоты будущего шва, но не менее 3 мм.

Катет шва прихваток под механизированную сварку должен быть 3 - 5 мм и при наложении основного шва прихватка должна быть переплавлена.

Запрещается наложение прихваток у кромок, не подлежащих сварке, в местах пересечения швов и на краях будущих швов.

Прихватки должны выполняться сварщиками, имеющими допуск на сварку подобных изделий, и по возможности теми, кто будет сваривать данное соединение, теми же сварочными материалами, которые будут применяться для сварки основных швов.

Прихватки должны быть полностью перекрыты и по возможности переварены при наложении основного шва.

Прихватки выполняются на режимах, рекомендованных для сварки таких швов. Прихватки должны быть проконтролированы. К качеству прихваток предъявляются такие же требования, как и к основному сварному шву. Прихватки, имеющие недопустимые дефекты, следует удалять механическим способом.

В сварных соединениях, осуществляемых полуавтоматами, прихватки могут выполняться электродами, обеспечивающими заданную прочность шва, или механизированной сваркой.

Необходимость и режим предварительного подогрева при наложении прихваток определяются теми же критериями, что и при сварке основного шва.

### **2.2.3 Требования к сборке сварного соединения**

Все поступающие на укрупнительную площадку изделия и элементы конструкции должны быть до начала сборки проверены мастером (или другим ответственным лицом) на наличие клейм, маркировки, а также сертификатов завода-изготовителя, подтверждающих соответствие материалов их назначению.

Детали под сварку должны поступать обработанными в соответствии с требованиями настоящего РД, чертежей и технологических процессов на их изготовление. При отсутствии клейм, маркировки или сертификатов изделия и элементы конструкций к дальнейшей обработке не допускаются [19].

Конструктивные элементы подготовки кромок, размеры зазоров при сборке сварных соединений, а также выводных планок и предельные отклонения размеров сечения швов должны соответствовать требованиям рабочих чертежей, а при их отсутствии - величинам, указанным в ГОСТ 14771–76 на швы сварных соединений [20].

Все местные уступы и неровности, имеющиеся на собираемых деталях и препятствующие их соединению в соответствии с требованиями чертежей, надлежит до сборки устранять зачисткой в виде плавных переходов с помощью абразивного круга или напильника.

Обработка кромок элементов под сварку и вырезка отверстий на монтажной площадке может производиться кислородной, воздушно-дуговой, плазменно-дуговой резкой с последующей механической обработкой поверхности реза.

Поверхности кромок не должны иметь надрывов и трещин.

При обработке абразивным инструментом следы зачистки должны быть направлены вдоль кромок.

Правка металла должна производиться способами, исключающими образование вмятин, забоин и других повреждений поверхности.

Места правки (подгонки) можно подогревать нейтральным пламенем газовой горелки до температуры 450-600 °С.

Огневую резку кромок деталей при температуре окружающего воздуха ниже минус 15 °С нужно проводить с предварительным подогревом металла в зоне реза до 100 °С.

Предварительный подогрев может выполняться ручными газовыми резаками или горелками.

Непосредственно перед сборкой кромки и прилегающие к ним участки на ширину 20 мм при ручной или механизированной дуговой сварке и не менее 50 мм при автоматической сварке, а также места примыкания начальных и выводных планок должны быть тщательно зачищены от окалины, грязи, краски, масла, ржавчины, влаги, снега и льда.

Все поступающие на сборку конструкции (элементы) и детали должны иметь маркировку и сопроводительную документацию, подтверждающую их приемку отделом (службой) технического контроля. Способ маркировки указывается в ПТД.

В процессе сборки должно быть исключено попадание влаги, масла и других загрязнений в разделку соединений и на прилегающие поверхности.

Сборка элементов (деталей) в плоскостные и пространственные конструкции на сборочной площадке должна производиться на стеллажах или стендах с применением сборочных приспособлений, обеспечивающих требуемую точность сборки.

В монтажной практике для сборки конструкций применяют главным образом фиксирующие, стягивающие и распорные устройства.

Собранные элементы (изделия) должны прихватываться в нескольких местах ручной дуговой или механизированной сваркой. Прихватки должны располагаться на равном расстоянии друг от друга в местах последующего наложения сварного шва.

Не допускается переносить и кантовать тяжелые и крупногабаритные конструкции и их элементы, собранные только на прихватках, без применения приспособлений, обеспечивающих неизменяемость их формы. После кантовки или транспортировки собранного на прихватках элемента (конструкции) последний подвергается контролю на соответствие геометрических размеров требованиям чертежей.

При совмещении установки временных креплений и прихваток наложение последних следует производить после приварки креплений [21].

Приварку вспомогательных элементов (временных технологических креплений, строповочных устройств и др.) следует выполнять ручной дуговой или механизированной сваркой в углекислом газе с использованием сварочных материалов, указанных в табл. 3.2 и 3.4.

Приварка вспомогательных элементов в разделку шва не допускается, они должны привариваться на расстоянии не менее 30 мм от кромки разделки (шва).

Перед приваркой вспомогательных элементов места наложения сварных швов должны быть зачищены.

#### **2.2.4 Требование к оформлению документации**

Документация должна быть оформлена в соответствии требованиям ГОСТ 2.105-95 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам. ГОСТ 3.1502-85 Единая система технологической документации (ЕСТД). Формы и правила оформления документов на технический контроль. ГОСТ 3.1119-83 Единая система технологической документации (ЕСТД). Общие требования комплектности и оформлению комплектов документов на единичные технологические процессы. ГОСТ 3.1407-86 Единая система технологической документации (ЕСТД). Формы и требования к заполнению и оформлению документов на технологические процессы, специализированные по методам сборке. ГОСТ 3.1705-81 Единая система технологической документации (ЕСТД). Правила записи операции переходов [22].

#### **2.2.5 Требование к контролю**

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

Обязательному контролю подлежит соответствие геометрических размеров сборочных единиц проектной документации, а также требованиям

соответствующих ГОСТ на узлы соединений деталей сборочных единиц, подлежащих сварке.

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

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

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

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

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

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



разделяются на I, II и III категории. Методы и объемы контроля качества сварных соединений указаны в таблице 2.1 и 2.2 [23].

Таблица 2.1 - Тип швов сварных соединений

Категория швов сварных соединений	Тип швов сварных соединений и характеристика условий их эксплуатации
I	<p>1. Поперечные стыковые швы, воспринимающие растягивающие напряжения (<math>\sigma_p \geq 0,85R_y</math>) (в растянутых поясах и стенках балок, элементов ферм, стенках резервуаров и газгольдеров и т.п.).</p> <p>2. Швы тавровых, угловых, нахлесточных соединений, работающие на отрыв, при растягивающих напряжениях, действующих на прикрепляемый элемент, (<math>\sigma_p \geq 0,85R_y</math>) и при напряжениях среза в швах (<math>\tau_{yш} \geq 0,85R_{wf}</math>).</p> <p>3. Швы в конструкциях или в их элементах, относящихся к I группе по классификации СНиП II-23-81*, а также в конструкциях II группы в климатических районах строительства с расчетной температурой ниже минус 40 °С (кроме случаев, отнесенных к типам 7-12)</p>
II	<p>4. Поперечные стыковые швы, воспринимающие растягивающие напряжения (<math>0,4R_y \leq \sigma_p \leq 0,85R_y</math>), а также работающие на отрыв швы тавровых, угловых, нахлесточных соединений при растягивающих напряжениях, действующих на прикрепляемый элемент (<math>\sigma_p &lt; 0,85R_y</math>), и при напряжениях среза в швах (<math>\tau_{yш} &lt; 0,85R_{wf}</math>) (кроме случаев, отнесенных к типу 3).</p> <p>5. Расчетные угловые швы, воспринимающие напряжения среза (<math>\tau_{yш} \geq 0,75R_{wf}</math>), которые соединяют основные элементы конструкций II и III групп (кроме случаев, отнесенных к типам 2 и 3).</p>
III	<p>6. Продольные стыковые швы, воспринимающие напряжения растяжения или сдвига.</p> <p>7. Продольные (связующие) угловые швы в основных элементах конструкций II и III групп, воспринимающие растягивающие напряжения (поясные швы элементов составного сечения, швы в растянутых элементах ферм и т.д.).</p> <p>8. Стыковые и угловые швы, прикрепляющие к растянутым зонам основных элементов конструкций узловые фасонки, фасонки связей, упоры и т.п.</p> <p>9. Поперечные стыковые швы, воспринимающие сжимающие напряжения.</p>

Продолжение таблицы 2.1

	<p>10. Продольные стыковые швы и связующие угловые швы в сжатых элементах конструкций.</p> <p>11. Стыковые и угловые швы, прикрепляющие фасонки к сжатым элементам конструкций.</p> <p>Стыковые и угловые швы во вспомогательных элементах конструкций (конструкции IV группы)</p>
--	--

Таблица 2.2 - Методы и объемы контроля качества сварных соединений

Метод контроля, ГОСТ	Тип контролируемых швов по таблице 2.1	Объем контроля	Примечания
Внешний осмотр и измерение	Все	100%	Результаты контроля швов типов 1-5 по таблице 2.1 должны быть оформлены протоколом
Ультразвуковой (ГОСТ 14782)	1 и 2	100%	-
Радиографический (ГОСТ 7512)	3	10%	Без учета объема, предусмотренного для швов типов 1 и 2
			То же
	4	5%	
	5 и 8	1%	
Механические испытания (ГОСТ 6996)	Тип контролируемых соединений, объем контроля и требования к качеству должны быть оговорены в проектной документации с учетом 12.2 настоящего документа.		
<p><b>Примечания</b></p> <p>1 Методы и объем контроля сварных соединений в узлах повышенной жесткости, где увеличивается опасность образования трещин, должны быть дополнительно указаны в проектной документации.</p> <p>2 В конструкциях и узлах, характеризующихся опасностью образования холодных и слоистых трещин в сварных соединениях, контроль качества следует производить не ранее, чем через двое суток после окончания сварочных работ.</p>			

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

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

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

Контроль должен производиться до окрашивания конструкций [23].

### **2.3 Методы проектирования**

Проектирование – это практическая деятельность, целью которой является поиск новых решений, оформленных в виде комплекта документации. Процесс поиска представляет собой последовательность выполнения взаимообусловленных действий, процедур, которые, в свою очередь, подразумевают использование определенных методов. Методы проектирования, применяемые в дипломной работе:

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

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

## 2.4 Постановка задач

Целью работы является разработка технологического процесса изготовления рамы, и проектирование сварочного участка.

При выполнении выпускной квалификационной работы требуется решить следующий ряд задач:

- 1) разработать участок сборки и сварки основания;
- 2) произвести выбор наиболее эффективного метода сварки и сварочных материалов;
- 3) рассчитать режимы сварки и выбрать необходимое сварочное оборудование;
- 4) произвести техническое нормирование операций, материальное нормирование;
- 5) определить потребный состав всех основных элементов производства;
- 6) произвести расчёт и конструирование оснастки, планировку участка сборки и сварки.

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

### 3 Разработка технологического процесса

#### 3.1 Анализ исходных данных

##### 3.1.1 Основные материалы

Используемый материал деталей – стали 30ХГСА, 10ХСНД, 14ХГ2САФД. Выбор этих сталей обусловлен необходимостью высокой надежности и прочности. Химический состав и механические свойства сталей приведены в таблицах 3.1 и 3.2 [24].

Таблица 3.1 - Химический состав сталей в %

Массовая доля элементов, %, не более	Марка стали		
	30ХГСА	10ХСНД	14ХГ2САФД
	0,28 - 0,34	0,08 - 0,12	0,11 - 0,17
<i>Si</i>	0,9 – 1,2	0,8 – 1,1	0,7
<i>Mn</i>	0,8 - 1,1	0,5 – 0,8	1,5
<i>S</i>	0,025	0,04	0,020
<i>P</i>	0,025	0,035	0,035
<i>Cr</i>	0,8 – 1,1	0,6 – 0,9	0,8
<i>Ni</i>	0,3	0,5 – 0,8	0,35
<i>Cu</i>	0,3	0,4 – 0,6	0,1 – 0,4
<i>As</i>	-	0,08	-
<i>Al</i>	-	-	0,01 – 0,045
<i>V</i>	0,06 - 0,12	-	0,04 – 0,08
<i>N</i>	-	0,012	0,009 – 0,02

Таблица 3.2 - Механические свойства сталей

Марка стали	Предел прочности $\sigma_B$ , Н/мм <sup>2</sup>	Предел текучести $\sigma_T$ , Н/мм <sup>2</sup>	Относительное удлинение $\delta_5$ , %	Ударная вязкость, $a_n$ Дж/см <sup>2</sup>
30ХГСА	1080	–	9	49
10ХСНД	530	390	19	39
14ХГ2САФД	590 - 835	490 - 735	16	59

### 3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки

Для сталей 30ХГСА, 10ХСНД, 14ХГ2САФД рекомендуются следующие способы сварки: ручная дуговая сварка, механизированная сварка в смеси газа Ar+CO<sub>2</sub>; автоматическая дуговая сварка под флюсом; электрошлаковая сварка проволочными, пластинчатыми и комбинированными электродами.

Делаем выбор в сторону механизированной сварки в среде защитных газов (смеси газов Ar+CO<sub>2</sub>) плавящимся электродом которая сочетает в себе требуемую производительность и качество сварного шва. При сварке в смеси газов электродная проволока является единственным материалом, через который можно в достаточно широких пределах изменять состав и свойства металла шва. Состав металла шва выбирают близким к составу основного металла, при этом необходимые свойства металла получают за счёт сварочной проволоки.

Данный способ сварки характеризуется следующими факторами:

- 1) Наличие возможности вести механизированную сварку, а при наличии в изготавливаемом изделии сварных швов протяженностью больше 1 м, то использование механизированной сварки очень важно;
- 2) Высокие механические свойства сварных соединений;
- 3) Высокая производительность и легкость механизации;
- 4) Значительное уменьшение сварочных брызг ;

- 5) Отсутствие операций по удалению шлака;
- 6) Меньшая склонность к образованию горячих трещин;
- 7) При использовании смеси газов, низкая стоимость активных газов и повышение стабильности дуги при использовании инертных газов [25].

### 3.1.3 Выбор сварочных материалов

При механизированной сварке в защитных газах электродная проволока – единственный материал, через который возможно изменять свойства и состав металла шва. Состав металла шва должен быть близким к составу основного материала, а необходимые свойства получают за счет сварочной проволоки. В качестве основной проволоки выбираем Св-08Г2С ГОСТ 2246-70 [26].

Эта проволока по ГОСТ 2246-70 выпускается диаметром от 0,3 до 12 мм. Поставляется в мотках, запечатанных в парафинированную бумагу или полиэтилен. К моткам прикреплен бирка с названием завода-изготовителя, ГОСТ, диаметр, марка. На рабочее место проволока подаётся в кассетах, намотанных на специальных станках. При применении данной проволоки снижается уровень разбрызгивания, позволяет использовать оборудование различных классов. Химический состав и механические свойства металла шва приведены в таблицах 3.3 и 3.4 [26].

Таблица 3.3 - Химический состав проволоки по ГОСТ 2246-70

Марка проволоки	Химический состав, %								
	<i>C</i>	<i>Mn</i>	<i>Si</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Mo</i>	<i>Ti</i>	<i>S</i>	<i>P</i>
	не более								
Св-08Г2С	0,05÷0,11	1,80÷2,10	0,7÷0,95	≤0,2	≤0,25	—	—	≤0,025	≤0,03

Таблица 3.4 - Механические свойства металла шва

Марка проволоки	$\sigma_B$ , МПа	$\delta$ , %	$\alpha_n$ , Дж/см <sup>2</sup>	
			20°С	0°С
Св-08Г2С	564	28	69	-

Сварка ведется в среде защитных газов (смесь двуокиси углерода с аргоном в соотношении 20% двуокиси углерода к 80% аргона) согласно классификации ГОСТ Р ISO 14175 - М21 . Использование данного соотношения (в сравнении с 100% CO<sub>2</sub>) позволяет обеспечить лучшее формирование шва, уменьшить величину разбрызгивания электродного металла, повысить циклическую долговечность стыковых, тавровых, угловых видов сварных соединений в 1,8...3,92 раза [27].

Для подогрева металла в качестве горючих газов могут быть использованы ацетилен, водород, природный и нефтяной газ, пары бензина и керосина. Наибольшее применение получил ацетилен, так как он дает при горении в технически чистом кислороде самую высокую температуру пламени, достигающую 3150 °С. От температурного показателя, которого может достигать полученное с помощью технического газа пламя, зависит время выполнения работы. Поэтому он очень важен для процесса нагрева поверхности. В этом отношении хороших показателей можно достигнуть, используя ацетилен. Для подогрева будем использовать ацетиленовую горелку GCE G0767789. Состав кислорода и свойства ацетилена приведены в таблице 3.5 и 3.6.

Таблица 3.5 - Состав кислорода по ГОСТ 5583 – 78.

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

Таблица 3.6 - Свойства ацетилена

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



При выборе материалов один из главных критериев — это свариваемость основного металла. Для определения свариваемости, надо исходить из физической сущности процесса сварки и отношения к нему материала. Процесс сварки — это совокупность одновременно протекающих процессов, основные из которых: тепловое воздействие на материал, плавление, металлургические процессы и кристаллизация материалов. Отсюда свариваемость — это отношение материалов к этим процессам. Так же свариваемость — это способность металлов образовывать неразъемные соединения при установленной технологии, отвечающим требованиям к эксплуатации изделия. Свариваемость бывает физическая и технологическая [22].

Технологической свариваемость — отношение металла к установленному способу и режиму сварки. Физическая свариваемость характеризуется процессами в зоне сплавления свариваемых металлов, вследствие которых получается сварное соединение. Все однородные металлы обладают физической свариваемостью.

Особенности сварки, такие как высокая температура нагрева, специфичность атмосферы над сварочной ванной, форма свариваемых деталей и т.д. может нести отрицательные последствия:

Химическая неоднородность основного металла и металла шва.

Неоднородность механических свойств и структуры основного металла и металла шва

Изменение структуры и свойств основного металла в зоне термического влияния;

Возникновение в сварных соединениях напряжений, способствующих образованию трещин;

образование в процессе сварки закалочных структур, тяжело удаляемых окислов, шлаковых включений, затрудняющих протекание процесса, загрязняющих металл шва и понижающих его качество;

образование пористости и газовых раковин в наплавленном металле, нарушающих плотность и прочность сварного соединения и другое.

При разных видах сварки наблюдается окисление компонентов сплавов. В стали, выгорает углерод, кремний, марганец, окисляется железо. В связи с этим в

определение технологической свариваемости должно включать:

- определение химического состава, структуры и свойств металла;
- оценка структуры и механических свойств околошовной зоны;
- оценка склонности сталей к образованию трещин;
- оценка получаемых при сварке окислов металлов и плотности сварного соединения.

Методы определения технологической свариваемости разделяют на две группы: первая группа - прямые способы, свариваемость определяется сваркой различных образцов; вторая группа – косвенные способы процесс, который имитирует влияние сварочного процесса и заменяет его. Первая группа говорит о предпочтительности способа сварки, трудностях возникающих при этом способе и о рациональных режимах сварки. Вторая группа не дает прямого ответа на все вопросы, связанные с практическим осуществлением сварки металлов и рассматриваются как предварительные лабораторные испытания.

По свариваемости стали разделяют на 4 группы:

Первая группа – хорошо сваривающиеся стали;

Вторая группа – удовлетворительно сваривающиеся стали;

Третья группа – ограниченно сваривающиеся стали;

Четвёртая группа – плохо сваривающиеся стали.

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

Для определения стойкости металла против образования трещин определяют эквивалентное содержание углерода по формуле (3.1) [28]:

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

где символ каждого элемента обозначает максимальное содержание его в металле (по техническим условиям или стандарту) в процентах. Если  $HCS > 4$ , то сварные швы потенциально склонны к горячим трещинам. Это означает, что в условиях высокого темпа сварочной деформации который зависит от типа и жесткости сварного соединения, способа и режима сварки, возможно образование

горячих трещин.

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 14ХГ2САФД:

$$HCS = \frac{0,14 \cdot (0,020 + 0,035 + 0,04 \cdot 0,7 + 0,01 \cdot 0,35) \cdot 10^3}{3 \cdot 1,5 + 0,8 + 0,06} = 2,25$$

2,25 < 4 не склонен

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 10ХСНД:

$$HCS = \frac{0,1 \cdot (0,04 + 0,035 + 0,04 \cdot 0,95 + 0,01 \cdot 0,6) \cdot 10^3}{3 \cdot 0,9 + 0,8} = 3,4$$

3,4 < 4 не склонен

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 30ХГСА:

$$HCS = \frac{0,3 \cdot (0,025 + 0,025 + 0,04 \cdot 1,1 + 0,01 \cdot 0,3) \cdot 10^3}{3 \cdot 1,1 + 1,1 + 0,12} = 6,4$$

6,4 > 4 склонен

Сталь 14ХГ2САФД – легированная высокопрочная износостойкая мартенситно–бейнитная сталь, хорошо сваривающиеся сталь. Относится к I группе свариваемости.

Сталь 10ХСНД –низколегированная конструкционная. Эти стали свариваются без ограничений, при толщинах менее 50 мм и температуре окружающего среды выше минус 10°С. Относятся ко I группе свариваемости.

30ХГСА относится ко 2-ой группе свариваемости. Особенности проведения сварки заключаются в необходимости прогрева стали до 250 °С, что позволяет снизить вероятность образования трещин. При соблюдении данных условий сварные швы способны выдерживать нагрузку от 300 до 490 МПа в зависимости от типа нагрузки.

Таким образом, делаем вывод, что применяемые в изготовлении стали удовлетворяют требованиям применимости механизированной сварки в среде защитных газов.

### 3.2 Выбор технологических режимов

Производство требует решения все новых задач, которые раньше считались трудновыполнимыми. Со временем повышаются требования к качеству и производительности сварочных процессов. Особенно остро эта проблема стоит при сварке массивных толстостенных конструкций. Ведь именно в этих процессах сварка занимает наибольшее количество времени. Процесс сварки растягивается на долгие часы, дни, недели. Для ускорения процесса в 2006 году компанией *EWM* была разработана новая технология «*Force Arc*». Эта технология была реализована на импульсных сварочных полуавтоматах *Phoenix XQ puls*, *Titan XQ puls* и *Taurus XQ Synergic*.

В сварочных полуавтоматах *EWM* для настройки сварщику необходимо только выбрать металл, диаметр проволоки и используемый защитный газ. Далее выбирается толщина свариваемого металла, а все остальные параметры, в том числе напряжение и скорость подачи проволоки, выставляется аппаратом самостоятельно. В процессе сварки вручную сварщик лишь корректирует скорость подачи проволоки.

### 3.3 Выбор основного оборудования

Основными принципами для окончательного выбора оборудования должны служить их следующие принципы:

- 1) наибольшая эксплуатационная надежность и относительная простота обслуживания;
- 2) техническая характеристика, наиболее отвечающая всем требованиям принятой технологии;
- 3) наибольший КПД и наименьшее потребление электроэнергии при эксплуатации;

- 4) минимальный срок окупаемости;
- 5) наименьшие габаритные размеры оборудования;
- 6) наименьшая масса;
- 7) наименьшая сумма первоначальных затрат на приобретение и монтаж оборудования.

Для механизированной сварки в среде защитного газа плавящимся электродом нужен источник тока, обеспечивающий ток сварки  $I_c = 260 - 290$  А, напряжение сварки  $U = 28 - 34$  В. Согласно требуемым условиям выбираем сварочный аппарат от компании *EWM Phoenix XQ 400 plus DW RI EX*. Характеристики сварочного оборудования представлены в таблице 3.8 [29].

Таблица 3.7 - Характеристики сварочного оборудования

Диапазон регулирования сварочного тока	5 - 400 А
Продолжительность включения при $t=40^{\circ}\text{C}$	400 А / 80 % 370 А / 100 %
Напряжение холостого хода	82 В
Рекомендованная мощность генератора	23.2 кВА
Скорость подачи проволоки	0.5 м/мин - 25 м/мин
Мощность охлаждения при подаче 1 л/мин	1.5 kW
Давление насоса	3.5 бар
Емкость бака	8 л
Класс защиты	IP23
Габариты устройства подачи проволоки(Д×Ш×В) в мм	1152 x 686 x 976
Масса аппарата	125,5 кг
Масса устройства подачи проволоки	15,1 кг
Емкость бака	8 л
Производительность	5 л / мин

### **3.4 Выбор оснастки**

В настоящее время одной из основных задач, стоящих перед сварочным производством, является автоматизация и механизация производственных процессов изготовления изделий, решение которых повлияет на повышение производительности труда [30].

Сборочно-сварочной оснасткой называют совокупность приспособлений и специального инструмента для выполнения слесарных, сборочных, монтажных и других видов работ. Применение сварочных приспособлений позволяет уменьшить:

- трудоемкость работ;
- повысить производительность труда;
- сократить длительность производственного цикла;
- улучшить условия труда;
- повысить качество продукции;
- расширить технологические возможности сварочного оборудования;

В данной работе для перемещения деталей и узлов по сборочно-сварочному участку используем подвесной кран-балку грузоподъемностью до 5 тонн, в связи с тем, что проектируемое изделие имеет большую массу, а также мостовой кран грузоподъемностью до 12,5 тонн.

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

На рисунке 3.1 показана технологическая схема сборки рамы основной.

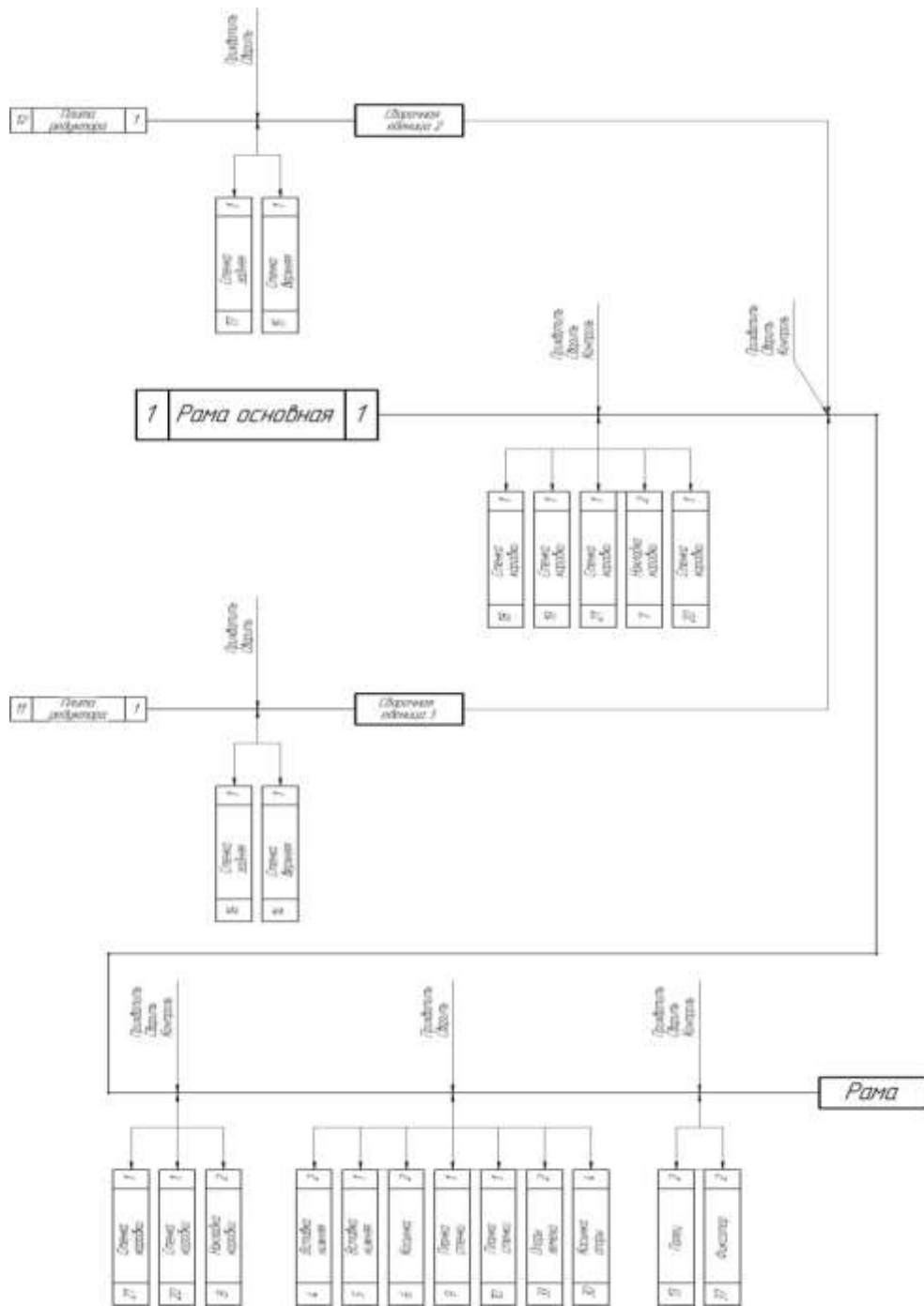


Рисунок 3.1 Технологическая схема сборки рамы основной

На листе плаката ФЮРА.000005.082 представлена технологическая схема сборки рамы основной.

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

Важнейшей задачей в области сварки является обеспечение высокого качества сварки. Качество сварных соединений определяет эксплуатационную надежность экономичность и технологичность сварного изделия согласно техническим требованиям.

Контролю качества подвергаются работы, как на отдельных операциях, так и сборочная единица в целом. При сборке изделия контролю подлежит: форма и размеры сварных соединений (зазоры), чистота поверхностей, образующих сварное соединение, основные размеры, определяющие работоспособность конструкции.

На участке сборки и сварки рамы ФЮРА.КСКр.381.34.001.120СБ используются следующие методы контроля качества:

- 100 % визуальный и измерительный контроль (ВИК);
- 100 % ультразвуковой контроль (УЗК) согласно указаниям, в конструкторской документации.

ВИК осуществляется по РД 03-606-03, а также согласно техническим требованиям сварные швы проверяют методом ультразвуковой дефектоскопии осуществляемый по ГОСТ Р ИСО 17640-2016 .

Для проведения визуального и измерительного контроля по РД 03-606-03, выбираем комплект ВИК “Газпром” [31]. Ультразвуковой контроль по ГОСТ Р ИСО 17640-2016. Для проведения ультразвукового контроля выбираем «Ультразвуковой дефектоскоп-томограф A1550 *Intro Visor*» [32].



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

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

Визуальный и измерительный контроль может проводиться с применением простейших измерительных средств, в том числе невооруженным глазом или с помощью визуально-оптических приборов до 20ти кратного увеличения, таких как лупы, эндоскопы и зеркала. Несмотря на техническую простоту, основательный подход к проведению визуального и измерительного контроля, предусматривает разработку технологической карты - документа, в котором излагаются наиболее рациональные способы и последовательность выполнения работ [33].

### **3.6.2 Требования к выполнению визуального и измерительного контроля**

Визуальный и измерительный контроль рекомендуется выполнять на стационарных участках, которые должны быть оборудованы рабочими столами, стендами, роликами опорами и другими средствами, обеспечивающими удобство выполнения работ

Участки контроля, особенно стационарные, рекомендуется располагать в наиболее освещенных местах цеха, имеющих естественное освещение. Для создания оптимального контраста дефекта с фоном в зоне

контроля необходимо применять дополнительный переносной источник света, то есть использовать комбинированное освещение. Освещенность контролируемых поверхностей должна быть достаточной для надежного выявления дефектов, но не менее 500 Лк.

Для выполнения контроля должен быть обеспечен достаточный обзор для глаз специалиста. Подлежащая контролю поверхность должна рассматриваться под углом более 30° к плоскости объекта контроля и с расстояния до 600 мм [34].

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

Визуальный и измерительный контроль сварных соединений выполняется при производстве сварочных работ и на стадии приемосдаточного контроля готовых сварных соединений. В случае если контролируется многослойное сварное соединение, визуальный контроль и регистрация его результатов могут проводиться после выполнения каждого слоя (послойный визуальный контроль в процессе сварки). Послойный визуальный контроль в процессе сварки выполняется в случае невозможности проведения ультразвукового или радиационного контроля, а также по требованию Заказчика или в соответствии с ПТД.

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

### **3.6.4 Ультразвуковой контроль**

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

Ультразвуковой контроль основан на способности ультразвуковых волн проникать в металл на большую глубину и отражаться от находящихся в нем дефектных участков. В процессе контроля пучок ультразвуковых колебаний от вибрирующей пластинки щупа (пьезокристалла) вводится в контролируемый шов. При встрече с дефектным участком ультразвуковая волна отражается от него и улавливается другой пластинкой щупом, которая преобразует ультразвуковые колебания в электрический сигнал [35].

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

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

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

при контроле с данной стороны сварного соединения как минимум одного дополнительного угла ввода. Это дополнительное сканирование необходимо, чтобы компенсировать уменьшение проконтролированного объема из-за зазора такого размера [36].

### **3.7 Разработка технологической документации**

Технологический процесс сборки и сварки основания начинается с подбора деталей, входящих в сборочную единицу, согласно спецификации.

Далее устанавливаем на приспособление плита редуктора поз. 12 по уголкам, прижимаем к приспособлению механическими прижимами. После перпендикулярно устанавливаем детали поз.15 и 17, и упираем по упорам, и прижимаем механическими прижимами. Затем детали прихватывают в порядке установки. Далее проводится сварка в защитных газах.

Далее устанавливаем на приспособление плита редуктора поз. 11 по уголкам, прижимаем к приспособлению механическими прижимами. После перпендикулярно устанавливаем детали поз.14 и 16, и упираем по упорам, и прижимаем механическими прижимами. Затем детали прихватывают в порядке установки. Далее проводится сварка в защитных газах.

Далее перемещаем сборочные единицы 2 и 3 на рабочее место 3.

Далее на рабочее место 3 устанавливаем сборочную единицу поз. 1 на сварочную плиту. После устанавливаем детали; стенка коробки поз.18 (1 шт.); стенка коробки поз.19 (1 шт.); стенка коробки поз.20 (1 шт.); стенка коробки поз. 21 (1 шт.); накладки коробки поз.7 (2 шт.). Затем детали прихватывают в порядке установки. Далее проводится сварка в защитных газах и контроль сварных швов, закрываемых при дальнейшей сборке.

Устанавливаем на сборочную единицу поз.1 сборочные единицы поз. 2 и 3 (по 1 шт.) Затем детали прихватывают в порядке установки. Далее проводится сварка в защитных газах и контроль сварных швов, закрываемых при дальнейшей

сборке.

Устанавливаем на сборочную единицу поз.1 детали; стенка коробки поз.21 (1 шт.); стенка коробки поз.20 (1 шт.); накладки коробки поз.8 (2 шт.). Затем детали прихватывают в порядке установки. Далее проводится сварка в защитных газах и контроль сварных швов, закрываемых при дальнейшей сборке.

Устанавливаем на сборочную единицу поз. 1 детали; вставка нижняя поз.4 (2 шт.); вставка нижняя поз.5 (1 шт.); косынка поз.6 (2 шт.); плита стенки поз.9 (1 шт.); плита стенки поз.10 (1 шт.); опора лемеха поз.33 (2 шт.); косынка опоры поз.30 (4 шт.). Затем детали прихватывают в порядке установки. Далее проводится сварка в защитных газах.

Далее перемещаем сборочную единицу 1 на рабочее место 4.

В конце сб. ед. устанавливается на плиту сборочную, где устанавливаются; палец поз.13 (2 шт.); фиксаторы поз.37 (2 шт.). Затем детали прихватывают в порядке установки. Далее проводится сварка в защитных газах и контроль сварных швов, закрываемых при дальнейшей сборке.

Зачистку сварных швов от брызг производят на слесарной плите.

Контроль осуществляют на контрольной плите.

### **3.8 Техническое нормирование операций**

Нормирование труда является неотъемлемой частью организации оперативного планирования и организации оплаты труда. На основе норм затрат труда рассчитывается загрузка оборудования, производственной мощности, каждого рабочего места участка, цеха, предприятия [37].

Норма штучного времени  $T_{шт}$ , мин, для всех видов дуговой сварки определяется по формуле [38]:

$$T_{шт} = (T_{нш} \cdot L + t_{вн}) \cdot K_n \quad (3.2)$$

где  $T_{нш}$  - неполное штучно-калькуляционное время, ч;

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

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

Неполное штучно-калькуляционное  $T_{ншк}$  определяется по формуле [38].

$$T_{н.ш.к} = (T_0 + t_{ви}) \cdot \left(1 + \frac{a_{обсл} + a_{от.л} + a_{п-з}}{100}\right) \quad (3.3)$$

где  $T_0$  - основное время сварки, ч;

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

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

Для механизированной сварки в смеси газа плавящимся электродом сумма коэффициентов ( $a_{обсл} + a_{от.л} + a_{п-з}$ ) составляет 28,8 % [38].

Основное время для механизированной сварки в смеси газа определяется по формуле 3.4:

$$T_0 = \frac{F \cdot \gamma \cdot 60}{I \cdot \alpha_n} \quad (3.4)$$

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

$I$  - сила сварочного тока, А;

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

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

Для примера определим норму времени согласно операции 010 технологического процесса сборки и сварки сборочной единицы 2.

Исходные данные:

марки сталей: 14ХГ2САФД и 30ХГСА;

марка электродной проволоки: Св-08Г2С;

шов №2 ГОСТ 14771-76-Т1-К15;

длина шва – 2,5 м;

положение шва нижнее;

площадь поперечного сечения наплавленного металла шва  $F=112,5 \text{ мм}^2$ ;  
 коэффициент наплавки для сварочной проволоки Св-08Г2С при механизированной сварке легированных сталей в среде  $Ar + CO_2$ ,  $\alpha_n = 8,5 \text{ г}/(\text{А}\cdot\text{ч})$  [8].  
 из расчёта режима сварки принимаем величину сварочного тока  $I=225\text{А}$ .

При сварке в среде углекислого газа  $K_{шт}=1$ . Определяем основное время сварки по формуле [38]:

$$T_o = \frac{112,5 \cdot 7,8 \cdot 60}{225 \cdot 8,5} = 27,5 \text{ мин} = 0,45 \text{ ч.}$$

Неполное штучно-калькуляционное время находим по формуле (3.20), с учётом того, что  $t_{вш}$  согласно картам составляет 0,5 мин.

$$T_{н.ш.к} = (27,5 + 0,5) \cdot \left(1 + \frac{28,8}{100}\right) = 36,06 \text{ мин.} = 0,60 \text{ ч.}$$

Норму штучного времени определяем по формуле (3.20) с учётом того, что  $t_{ви}$  согласно картам 78-87 [34] равен 0,78 мин.;  $K_{п} = 1,2$ , то:

$$T_{шт} = (36,06 \cdot 2,5 + 0,78) \cdot 1,2 = 207,97 \text{ мин.} = 3,46 \text{ ч.}$$

В предлагаемом технологическом процессе время сборки сокращается за счет использования приспособления ФЮРА 000001.082.00.000 СБ

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

Таблица 3.8 - Нормы времени на изготовление основания

№ опер.	Наименование операции	$T_{шт.}$ , мин
1	2	
005	Комплектование	Учтено в сб. опер.
010	Сборочно-сварочная	207,97
015	Сборочно сварочная	207,97
020	Перемещение	3,2
025	Сборочно сварочная	156,4
030	Слесарная	9,5
035	Контроль	12,5

Продолжение таблицы 3.8

040	Сборочно сварочная	350,8
045	Слесарная	19,5
050	Контроль	18,5
055	Сборочно сварочная	171,82
060	Слесарная	6,5
065	Контроль	10,5
070	Сборочно сварочная	229,76
075	Перемещение	3,2
080	Сборочно сварочная	33,64
085	Слесарная	103,2
090	Контроль	21,5
	Итого	1551,26

### 3.9 Материальное нормирование

Для примера определим норму расхода сварочной проволоки и защитного газа согласно операции 010 технологического процесса сборки и сварки основания.

Исходные данные:

шов №6 ГОСТ 14771-76-T1-K15;

длина шва – 2,5 мм;

марки сталей: 14ХГ2САФД и 30ХГСА;

площадь поперечного сечения наплавленного металла шва  $F=112,5 \text{ мм}^2$ ;

Норма расхода сварочной проволоки на изготовление сварной конструкции определяется формуле (3.5) [40]:

$$H_{\text{э}} = G_{\text{э}} \cdot L_{\text{ш}} \quad (3.5)$$

$$H_{\text{э}} = 0,91 \cdot 2,5 = 2,27 \text{ кг}$$

Удельную норму расхода  $G_{\text{э}}$  (кг/м) в общем виде рассчитывают по формуле



:

$$G_{\text{э}} = k_p \cdot m_{\text{ш}} \quad (3.6)$$

$$G_{\text{э}} = 1,05 \cdot 0,874 = 0,91 \text{ кг / м}$$

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

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

Массу наплавленного металла  $m_{\text{ш}}$  (кг/м) рассчитывают по формуле [40]:

$$m_{\text{ш}} = \rho \cdot F_{\text{ш}} \quad (3.7)$$

$$m_{\text{ш}} = 7810 \cdot 0,000112 = 0,874 \text{ кг / м}$$

где  $\rho$  - удельная плотность наплавленного металла, кг/м<sup>3</sup>,  $\rho = 7810$  кг/м<sup>3</sup>;

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

Норма расхода защитного газа на изготовление сварной конструкции определяется по формуле [40]:

$$H_{\text{г}} = Q_{\text{г}} \cdot L_{\text{ш}} + Q_{\text{пз}} \quad (3.8)$$

$$H_{\text{г}} = 5,2 \cdot 2,5 + 0,1 = 13,1 \text{ л}$$

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

$L_{\text{ш}}$  - длина шва, м;

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

защиту сварочной ванны от окисления после окончания сварки (заварку кратера). Удельная норма расхода газа  $Q_{\text{г}}$  (л) определяется по формуле [40]:

$$Q_{\text{г}} = q_{\text{г}} \cdot t_0 \quad (3.9)$$

$$Q_{\text{г}} = 0,191 \cdot 27,5 = 5,2 \text{ л}$$

Расход смеси газов ( $Ar + CO_2$ ) определяется по следующей формуле [40]:

$$q_{\text{г}} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot I_c^{0,75} \quad (3.10)$$

$$q_{\text{г}} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot 225^{0,75} = 0,191 \text{ л / мин} = 11,46 \text{ л / ч.}$$

$t_0$  - основное (машинное) время сварки 1 м шва, мин. Для расчета величина  $t_0$

может быть взята из нормативов времени на сварку в среде защитных газов.

Основное время при механизированной сварке можно определить по формуле [40]:

$$t_0 = \frac{(m_{ш} \cdot 60 \cdot 10^3)}{(\alpha_n \cdot I_{св})} \quad (3.11)$$
$$t_0 = \frac{(0,874 \cdot 60 \cdot 10^3)}{(8,5 \cdot 225)} = 27,5 \text{ л}$$

$\alpha_n$  - коэффициент наплавки для сварочной проволоки Св-08Г2С при механизированной сварке легированных сталей в среде  $Ar + CO_2$  составляет

$$\alpha_n = 8,5 \text{ г/(А} \cdot \text{ч)}$$

где  $m_{ш}$  — масса наплавленного металла шва данного типоразмера, кг/м;

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

Дополнительный расход газа  $Q_{пз}$  (л) определяется по формуле [40]:

$$Q_{пз} = q_{г} \cdot t_{пз} \quad (3.12)$$
$$Q_{пз} = 0,191 \cdot 0,05 = 0,01 \text{ л}$$

где  $q_{г}$  - оптимальный расход защитного газа по ротаметру, л/мин;

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

## **4 Конструкторский раздел**

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

Важной и наиболее эффективной областью в развитии технического прогресса является комплексная механизация и автоматизация сварочных процессов. Особенностью этого производства является резкая диспропорция между объемами основных и вспомогательных операций. Сварочные работы по интенсивности труда составляют только 25-30% от общего объема сборочно-сварочных работ, остальные 70-75% приходится на сборку, транспортировку и разные вспомогательные операции, механизация и автоматизация которых осуществляется с помощью механического сварочного оборудования в общем комплексе механизации или автоматизации сварочного производства, они могут характеризоваться показателем 70-75% всего комплекса цехового оборудования

В предлагаемом технологическом процессе используется приспособление ФЮРА.000001.082.00.000СБ которое состоит из сварочного стола (*Demmeler*), на которой добавлены уголки под размер изделия, для прижима детали к приспособлению применяем винтовые прижимы, а также используется технологические упоры.

### **4.2 Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений**

Закрепление свариваемого изделия на сварочном столе осуществляется винтовыми прижимами, которые входят в состав приспособления (см. графическую часть проекта ФЮРА.000001.082.00.000 СБ.).

Прижимы используются для закрепления деталей и придания неподвижного состояния.

В приспособлении ФЮРА.000001.082.00.000 СБ. используются винтовые прижимы с резьбой М18.

Определяем усилие, развиваемое винтовым прижимом по формуле [41]:

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

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

$l$  – радиус рукоятки, мм;

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

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

$\rho$  – приведенный угол трения в резьбе;

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

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

Для метрической резьбы  $\beta = 300$ , тогда  $\rho = 6^{\circ}40'$ .

$$P = \frac{10 \cdot 30}{18 \cdot \operatorname{tg}(60 + 6^{\circ}40') + \frac{1}{2} \cdot 0,1 \cdot 20} = 103,86 \text{ Н}$$

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

Напряжение сжатия будет определяться по формуле:

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

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

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

### 4.3 Работа сборочно-сварочных приспособлений

Приспособление ФЮРА.000001.082.00.000 СБ. предназначено для сборки и сварки боковин. Приспособление состоит сварочного стола, 4 стойки, 5 уголка, 5 упоров и 8 механических прижимов. Устанавливаем «плиту редуктора» позиции 11 и 12 на сварочный стол и упираем к уголкам для закрепления к приспособлению, используем механические прижимы №1 (3 шт.). Далее устанавливаем детали позиции 16 и 17 и упираем к упорам позиции 5 (2 шт.) и прижимаем, для этого используем механический прижим. Устанавливаем детали позиции 14, 15 перпендикулярно деталям позиции 16 и 17, и упираем к упорам позиции 5 (2 шт.) и прижимаем упором 5 (1 шт.). После производят прихватку и сварку механизированной сваркой в защитных газах.

## **5 Проектирование участка сборки-сварки**

### **5.1 Состав сборочно-сварочного цеха**

Рациональное размещение в пространстве запроектированного производственного процесса и всех основных элементов производства, необходимых для осуществления этого процесса требует разработка чертежей плана и разрезов проектируемого цеха. Для этого, прежде всего, необходимо установить состав последнего.

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

Производственные отделения. Заготовительное отделение включает производственные участки: правки и наметки металла, резки, станочной обработки, слесарно-механический и очистки металла. Сборочно-сварочное отделение, подразделяющееся на узловую и общую сборку-сварку, с производственными участками сборки, сварки, термообработки, механической обработки, испытания готовой продукции и исправления пороков, нанесения поверхностных покрытий и отделки продукции. Участки механической обработки, нанесения покрытий и отделки продукции не входят в состав проектируемого сборочно-сварочного цеха, если сваренные в нем конструкции подлежат передаче в механосборочный цех для монтажа механизмов, окончательной сборки, отделки и выпуска изделий завода [42].

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

приспособлений, запасных частей и вспомогательных материалов. Мастерские: изготовления шаблонов, ремонтная, электромеханическая и другое. Отделения: электромашинное, ацетилено-компрессорное. Цеховые трансформаторные подстанции.

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

## 5.2 Расчет основных элементов производства

К основным элементам производства относятся рабочие, ИТР, контролеры, оборудование, материалы и энергетические затраты [42].

### 5.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования

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

где,  $T_r$  – время необходимое для выполнения годовой программы продукции, ч.;

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

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

где,  $N$  – годовая программа выпуска продукции,  $N=500$  шт.;

$T$  – длительность одной операции, мин.

– для операций 010-0135:

$$T_r = 500 \cdot \frac{207,97 + 207,97 + 3,2 + 156,4 + 12,5 + 350,8 + 18,5 + 171,28 + 10,5 + 229,76 + 3,2 + 33,64 + 138,7 + 21,5}{60} = 12927 \text{ ч.},$$

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

$$\Phi_{\text{д}} = \Phi_{\text{н}} - 5\% = 3952 - 5\% = 3754,4 \text{ ч.},$$

$$n_{\text{р}} = \frac{12927}{3754,4} = 3,44$$

округляем  $n_{\text{р}}$  в большую сторону и принимаем  $n_{\text{р}}' = 4$ .

Найдем коэффициент загруженности оборудования:

$$K_3 = \frac{n_{\text{р}}}{n_{\text{р}}'} = \frac{3,44}{4} = 0,86\%.$$

## 5.2.2 Определение состава и численности рабочих

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

$$\Sigma T_{\text{г}} = 12927 \text{ ч.}$$

$\Phi_{\text{н}}$  – номинальный фонд рабочего времени равен 3952 часов, найдем действительный, отняв от номинального процент потерь времени:

$$\Phi_{\text{д}} = \Phi_{\text{н}} - 12\% = 3952 - 12\% = 3477,76 \text{ ч.},$$

Определим количество рабочих явочных:

$$P_{\text{яв}} = \frac{T_{\text{г}}}{\Phi_{\text{н}}} = \frac{12927}{3952} = 3,27 \quad (5.3)$$

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

Определим количество рабочих списочных:

$$P_{\text{сп}} = \frac{T_{\text{г}}}{\Phi_{\text{д}}} = \frac{12927}{3477,76} = 3,71, \quad (5.4)$$

Примем число сварщиков равным  $P_{\text{сп}} = 4$ .

Вспомогательных рабочих (30% от количества основных рабочих) – 1;

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

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

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



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

### **5.3 Пространственное расположение производственного процесса**

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

Рациональное размещение в пространстве запроектированного производственного процесса и всех основных элементов производства, необходимых для осуществления этого процесса, требует разработки чертежей плана и разрезов проектируемого цеха [42].

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

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

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

- вспомогательные отделения: цеховой склад металла, промежуточный склад деталей и полуфабрикатов с участком их сортировки и комплектации, межоперационные складочные участки и места, склад готовой продукции цеха с контрольными и упаковочными подразделениями и погрузочной площадкой; кладовые электродов, флюсов, баллонов с

горючими и защитными газами, инструмента, приспособлений, запасных частей и вспомогательных материалов, мастерская изготовления шаблонов, ремонтная, отделение электромашинное, ацетиленовое, компрессорное, цеховые трансформаторные подстанции;

– административно-конторские и бытовые помещения: контора цеха, гардероб, уборные, умывальные, душевые, буфет, комната для отдыха и приема пищи, медпункт.

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

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

При проектировании как всего завода, так и его отдельных цехов необходимо стремиться к осуществлению прямо поточности всех производственных связей между отдельными цехами, к недопущению возвратных перемещений материалов и изделий [42].

На сварочном участке расположено одно сборочно-сварочное приспособление, пять сварочных плит сварочный полуавтомат *EWM Phoenix XQ 400 plus DW R1 EX*, перемещение деталей осуществляется кран-балкой  $Q=5$  т и краном мостовым  $Q=12,5$  т перемещаются готовые изделия.

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

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

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

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

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

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

### **6.2 Экономический анализ техпроцесса**

Будет проведена экономическая оценка стоимости технологического процесса изготовления рамы основной ФЮРА.КСКр.381.082.00.000 СБ.

Изготавливаемое изделие – рама основная конвейера скребкового с крестовой разгрузкой. Она предназначена для транспортировки угля вдоль лавы и погрузки угля на перегружатель в очистных забоях шахт, включая опасные по пыли и газу. Рама основная конвейера скребкового устанавливается в начале конвейера.

Показатель приведенных затрат является обобщающим показателем.

В разработанном технологическом процессе применим сборочно-сварочное приспособление ФЮРА.000001.082.00.000 СБ, на котором для крепления деталей используются прижимы, уголки и упоры.

Применим современное сварочное оборудование: сварочный полуавтомат *EWM Phoenix XQ 400 plus DW R1 EX* [29].

Проведем технико-экономический анализ разработанного технологического процесса. Нормы штучного времени разработанного технологического процесса изготовления рамы приведены в таблице 3.8.

Определение приведенных затрат производят по формуле [43]:

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

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

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

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

### 6.2.1 Расчет капитальных вложений в производственные фонды

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

$$K = K_0 + K_{\text{п}} + K_{\text{п.о.}} + K_{\text{зд}}, \quad (6.2)$$

где  $K_0$  – стоимость сварочного оборудования;

$K_{\text{п}}$  – стоимость приспособлений;

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

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

#### 6.2.1.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

Капитальные вложения в оборудование определяем по формуле [43]:

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

где  $\text{Ц}_{\text{oi}}$  – оптовая цена единицы оборудования  $i$ -го типоразмера с учетом

транспортно-заготовительных расходов, руб.;

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

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

$$K_{co} = 1239833,63 \cdot 4 \cdot 0,86 = 4265027,68 \text{ руб} \cdot \text{год}.$$

Цены на оборудование берутся за 27.05.2021 (смотри таблицу 6.1).

Таблица 6.1 – Оптовые цены на сварочное оборудование [29]

Наименование оборудования	Ц <sub>о</sub> , руб
<i>EWM Phoenix XQ 400 plus DW R1 EX</i> 1 шт.	1239833,63

Капитальные вложения в сварочное оборудование приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Капитальные вложения в сварочное оборудование

Наименование оборудования	К <sub>со</sub> , руб. · год
<i>EWM Phoenix XQ 400 plus DW R1 EX</i> 4 шт.	4265027,68
Итого	4265027,68

Капитальные вложения в приспособления найдем по формуле [[43]:

$$K_{пр} = \sum_{j=1}^m K_{прj} \cdot \Pi_j \cdot \mu_{пj}, \quad (6.4)$$

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

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

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

$$K_{пр1} = 430000 \cdot 2 \cdot 0,86 = 739600 \text{ руб} \cdot \text{год},$$

$$K_{пр2} = 130000 \cdot 2 \cdot 0,86 = 223600 \text{ руб} \cdot \text{год}.$$

Капитальные вложения в приспособления приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Капитальные вложения в приспособления

Наименование оборудования	Ц <sub>пр</sub> , руб	С <sub>п</sub> , шт	К <sub>пр</sub> , руб/ед.год
Приспособление ФЮРА.000001.082.00.000 СБ	430000	2	739600
Плита сварочная	130000	2	223600
ИТОГО			963200

### 6.2.1.2 Капитальные вложения в подъемно-транспортное оборудование

Капитальные вложения в кран-балку грузоподъемностью  $Q = 12,5$  т. определяют по формуле:

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

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

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

$$K_{п.о.} = 410000 \cdot 1 = 410000 \text{ руб.}$$

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

Капитальные вложения в здание определяется по формуле [44]:

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

где  $S_{O_i}$  – площадь, занимаемая единицей оборудования,  $\text{м}^2/\text{ед.}$

Для предлагаемого технологического процесса:  $S = 350 \text{ м}^2$ ,

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

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

$Ц_{зд}$  – стоимость  $1 \text{ м}^3$  здания на 27.05.2021 составляет,  $Ц_{зд} = 94 \text{ руб}/\text{м}^3$ .

$$K_{здп} = 350 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 94 = 394800 \text{ руб.}$$

## 6.2.2 Расчет себестоимости единицы продукции

В техническую себестоимость сварочных работ включаются следующие статьи затрат:

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

Определим себестоимость продукции по формуле:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### 6.2.2.1 Определение затрат на основные материалы

Затраты на металл, идущий на изготовление изделия определяем по формуле [45]:

$$C_{\text{м}} = m_{\text{м}} \cdot k_{\text{т.з.}} \cdot \text{Ц}_{\text{м}} \cdot \text{Н}_{\text{о}} \cdot \text{Ц}_{\text{о}} \text{ руб./изд.}, \quad (6.8)$$



где  $m_m$  – норма расхода материала на одно изделие, кг.

Коэффициент потерь материала на отходы составляет 1,3 [45].

$C_m$  – средняя оптовая цена стали 30ХГСА, 10ХСНД, 14ХГ2САФД, на 27.05.2021, руб./кг [46]:

– для стали 14ХГ2САФД  $C_m=40,63$  руб./кг, при

$$m_m = 1058,4 \cdot 1,3 = 1377,22 \text{ кг.};$$

– для стали 10ХСНД  $C_m=38,75$  руб./кг, при

$$m_m = 850,3 \cdot 1,3 = 1105,39 \text{ кг.};$$

– для стали 30ХГСА  $C_m = 35$  руб./кг, при  $m_m = 390,3 \cdot 1,3 = 507,39$  кг;

$k_{т.з.}$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении материалов  $k_{т.з.}=1,04$  [45].

$H_0$  – норма возвратных отходов,

$$H_0 = m_m \cdot 0,3 = 1377,22 \cdot 0,3 + 1105,39 \cdot 0,3 + 507,39 \cdot 0,3 = 152,22 \text{ кг/шт};$$

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

$$\begin{aligned} C_m &= 1,04 \cdot (1377,22 \cdot 40,63 + 1105,39 \cdot 38,75 + 507,39 \cdot 35) - 152,22 \cdot 20 = \\ &= 118166,5 \text{ руб/изд.} \end{aligned}$$

### 6.2.2.2 Определение затрат на сварочные материалы

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле [47]:

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

где  $G_d$  – масса наплавленного металла электродной проволоки и электродов, кг:  $G_d = 112,4$  кг – для проволоки Св-08Г2С для разработанного технологического процесса;

$k_{nd}$  – коэффициент, учитывающий расход сварочной проволоки (электрода) [48],  $k_{п.с.} = 1,03$ ;

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

сварки [42],  $\psi_p = 1,01 \dots 1,15$ , принимаем  $\psi_p = 1,1$ ;

$\Pi_{п.с} = 169$  – стоимость сварочной проволоки Св-08Г2С, руб/кг на 27.05.2021.

$$C_{п.средн.} = (112,4 \cdot 169) \cdot 1,03 \cdot 1,1 = 21522 \text{ руб.}$$

Затраты на защитную смесь газов определяем по формуле [47]:

$$C_{з.г.} = g_{з.г.} \cdot \Pi_{г.з.} \cdot T_0, \text{ руб./изд.,} \quad (6.10)$$

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

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

$T_0$  – основное время сварки в смеси газов, ч.,  $T_0 = 25,85$  ч.

$$C_{з.г.} = 1,02 \cdot 62,52 \cdot 25,85 = 1648,5 \text{ руб/изд.}$$

### 6.2.2.3 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле [47]:

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

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

ЧТС – часовая тарифная ставка на 27.05.2021, руб/ч., ЧТС– 74,85 руб.;

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

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

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

$$C_3 = 22,63 \cdot 74,85 \cdot 1,4 \cdot 1,2 \cdot 1,3 = 3699,4 \text{ руб/изд.}$$

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

Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле [49]:

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

где ЧТС – тарифная ставка вспомогательного рабочего соответствующего разряда на 27.05.2021, руб.:

- для слесарей ЧТС – 61,58 руб.;
- для контролер ОТК ЧТС – 138 руб.;
- для МОП ЧТС – 56,76 руб.;

$k$  – количество профессий вспомогательных рабочих;

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

$F_d$  – действительный фонд рабочего времени,  $F_d = 1976$  ч;

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

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

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

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

Затраты на заработную плату слесарей:

$$C_{з.п.слесарей} = 63,62 \cdot 1 \cdot \frac{1976}{12} \cdot 1,20 \cdot 1,4 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 29743,7 \frac{\text{руб}}{\text{изд}},$$

Затраты на заработную плату контролеров ОТК:

$$C_{з.п.отк} = 138 \cdot 1 \cdot \frac{1976}{12} \cdot 1,2 \cdot 1,4 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 64518 \frac{\text{руб}}{\text{изд}},$$

Затраты на заработную плату МОП:

$$C_{з.п.моп} = 56,78 \cdot 1 \cdot \frac{1976}{12} \cdot 1,2 \cdot 1,4 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 26545,9 \frac{\text{руб}}{\text{изд}}$$

$$C_{зп.вс.р} = C_{зп.слесарей} + C_{зп.отк} + C_{зп.моп} = 29743,7 + 64518 + 26545,9 = 120807,6 \text{руб.} \quad (6.13)$$

### 6.2.2.5 Заработная плата административно-управленческого персонала

Затраты на заработную плату административно-управленческого персонала рассчитываем по формуле [43]:

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

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

$Ч_{ауп}$  – численность работников административно-управленческого персонала должности,  $Ч_{ауп} = 1$  чел.

$$C_{з.п.ауп} = 28865 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,4 \cdot 1,4 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 1147349,112 \frac{\text{руб}}{\text{год}}$$

### 6.2.2.6 Определение затрат на силовую электроэнергию

Затраты на технологическую электроэнергию найдем по формуле [43]:

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

где  $Ц_{э}$  – средняя стоимость электроэнергии,  $Ц_{э} = 5,63$  руб.

Расход технологической электроэнергии найдем по формуле [50]:

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

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

$t_c$  – основное время сварки шва;

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

$P_x$  – мощность холостого хода источника;

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

производства ( $K_u$  можно выбрать по таблице 3.2.2 [50]).

Расход технологической электроэнергии (рассчитано в подзаголовке 3.9.4)  $W_{тэ} = 509,07$  кВт.

$$C_{э.с.} = 509,07 \cdot 5,63 = 2866,07 \text{ руб.}$$

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

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

#### **1. Амортизационные отчисления.**

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

Годовые амортизационные отчисления зависят от стоимости электросварочного оборудования, стоимости механического и вспомогательного оборудования, стоимости приспособлений и подъемно-транспортного оборудования, и определяются по формуле [51]:

$$C_{об} = \frac{K_o \cdot n_o}{T_o \cdot N_r} + \frac{K_{п} \cdot n_{п}}{T_{п} \cdot N_r} + \frac{K_{п.о} \cdot n_{п.о}}{T_{п.о} \cdot N_r}, \quad (6.18)$$

где  $K_o$  – стоимость основного сварочного оборудования;

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

$K_{п}$  – стоимость приспособлений;

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

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

$T_{п.о}$  – срок службы подъемно-транспортного оборудования,  $T_{п.о} = 20$  лет [51].

$$C_{об} = \frac{(1239833,63) \cdot 4}{5 \cdot 500} + \frac{430000 \cdot 2 + 130000 \cdot 2}{5 \cdot 500} + \frac{410000 \cdot 1}{20 \cdot 500} = 2472,8 \text{ руб.}$$

2. Затраты на текущий ремонт и обслуживание.

Стоимость ремонта и обслуживания принимается в размере 3% от стоимости оборудования. Затраты на текущий ремонт дорогостоящего инструмента принимаются в размере 10-20% его балансовой стоимости оборудования. Стоимость ремонта и обслуживания рассчитаем по формуле [51]:

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

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

$$C_{р\text{ио}} = \frac{[(1239833,63) \cdot 4 + 430000 \cdot 2 + 130000 \cdot 2 + 410000 \cdot 1] \cdot 0,03}{500} = 381,56 \text{ руб}$$

#### 6.2.2.8 Определение затрат на содержание помещения

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

Определение затрат на содержание здания определяется по формуле [51]:

$$C_{п} = \frac{S \cdot k_{сп} \cdot Ц_{ср.зд}}{N_{Г}}, \quad \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.19)$$

где  $S$  – площадь сварочного участка,  $m^2$ ,  $S = 350m^2$ ;

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

$Ц_{ср.зд}$  – среднегодовые расходы на содержание 1  $m^2$  рабочей площади,

руб./год.м,  $C_{\text{ср.зд}} = 250$  руб./год м.

$$C_{\text{п}} = \frac{350 \cdot 0,08 \cdot 250}{500} = 14 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

Результаты расчетов по определению технологической себестоимости сводятся в таблицу 6.4.

Таблица 6.4 – Технологическая себестоимость

№ п/п	Затраты	Сумма, руб.
1	2	3
1	Затраты на основной металл	118166,5
2	Затраты на сварочные материалы	
2.1	Затраты на электроды	-
2.2	Затраты на сварочную проволоку	43044
2.3	Затраты на защитный газ	3297
3	Заработная плата	
3.1	Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих с отчислениями на социальное страхование	3699,4
3.2	Заработная плата вспомогательных рабочих	120807,6
3.3	Заработная плата административно-управленческого персонала	1147349,112
4	Затраты на электроэнергию	2866,07
5	Затраты на сжатый воздух	
6	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования и помещений	
6.1	Амортизационные отчисления	2472,8
6.2	Затраты на текущий ремонт и обслуживание	381,56
6.3	Затраты на содержание помещения	14
ИТОГО технологическая себестоимость:		297615

### 6.3 Расчет технико-экономической эффективности

Определим себестоимость продукции:

$$C=500 \cdot (118166,5+43044+3297+3699,4+5732,14+2472,8+381,56+14) + 120807,6 \cdot 12 + 1147349,112 = 91000733,11 \text{ руб/изд.год,}$$

Определим капитальные вложения:

$$K= 4265027,68+963200+410000+394800= 6033027,93 \text{ руб/изд. год,}$$

Определим количество приведенных затрат:

$$Z_{\text{п}} = 91000733,11 + 0,15 \cdot 6033027,93 = 91905687,28 \text{ руб/изд. год.}$$

### 6.4 Основные технико-экономические показатели участка

Основные технико-экономические показатели участка представлены в таблице 6.5.

Таблица 6.5– Основные технико-экономические показатели участка

№п/п	Параметр	Значение
1	Годовая производственная программа, шт.	500
2	Трудоёмкость изготовления одного изделия, час	25,85
3	Количество оборудования, шт.	4
4	Количество производственных рабочих, чел	8
5	Количество вспомогательных рабочих	4
6	Количество административно-управленческого персонала, чел	1
7	Норма расхода материала, кг	2411,4
8	Количество приведенных затрат, (руб./изд.)·год	91905687,28
9	Себестоимость одного изделия, руб.	183811,4



## **6.5 Вывод.**

В ходе исследования финансового менеджмента, ресурс эффективности 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, зарплату рабочим, расходы на электроэнергию, амортизацию и ремонт оборудования и приспособлений, затраты на содержание помещений; в ходе чего мы получили следующие цифры:

- капитальные вложения 6033027,93 руб;
- себестоимость продукции 91000733,11 руб.

В результате проведенных расчетов было определено количество приведенных затрат 91905687,28 руб/изд. год.

## 7 Социальная ответственность

### 7.1 Описание рабочего места

На участке производится сборка и сварка рамы КСКр.381.34.001.120. При изготовлении рамы осуществляются следующие операции: сборка и сварка, механизированная в среде углекислого газа и аргона, слесарные операции.

При изготовлении рамы на участке используется следующее оборудование:

- сварочный полуавтомат *EWM Phoenix XQ 400 plus DW R1 EX* 4 шт.

- приспособление сборочно-сварочное

ФЮРА.000001.082.00.000СБ 2 шт.

- Плита сборочно-сварочная 2 шт.

Перемещение изделия производят краном мостовым грузоподъемностью 12,5 т.

Изготавливаемое изделие – Изготавливаемое изделие – секция переходная конвейера скребкового с крестовой разгрузкой. Она предназначен для транспортировки угля вдоль лавы и погрузки угля на перегружатель в очистных забоях шахт.

Рама, представляет собой сварную конструкцию, которая является опорной частью комбайна скребкового крестового разгрузочного горно-шахтного оборудования.

Масса комбайна составляет 10079 кг.

В качестве материала этих деталей используют стали следующих марок: 30ХГСА, 10ХСНД, 14ХГ2САФД. Сварка производится в смеси газов *Ar* (80 %) + *CO<sub>2</sub>* (20 %) сварочной проволокой Св-08Г2С диаметром 1,2.

Проектируемый Участок находится в цехе, имеет одну капитальную стену, с другой стороны расположен проход шириной 2м для перемещения

рабочих. Оконные проемы в количестве 2шт. Стены 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  $S = 350 \text{ м}^2$ .

## **7.2 Законодательные и нормативные документы**

В данной работе использованы: а) ГОСТ 2310 – 77 «Молотки слесарные. Технические условия»;

б) ГОСТ Р 54578 – 2011 «Воздух рабочей зоны. Аэрозоли преимущественно фиброгенного воздействия»;

в) «Санитарные нормы ультрафиолетового излучения в производственных помещениях» (утвержден Главным государственным санитарным врачом СССР 23 февраля 1988 г. №4557 – 88);

г) СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96 «Шум на рабочих местах, в жилых помещениях, общественных зданиях и на территории жилой застройки»;

д) ГОСТ 12.2.003 – 91 «Оборудование производственное. Общие требования безопасности»;

е) ГОСТ 12.1.012 – 2004 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования»;

ж) СН 2.2.4/2.1.8.556 – 96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий»;

- и) ФЗ «Об основах охраны труда в РФ» от 17.07.1999 г. (номер 181 - ФЗ);
- к) СНиП 2.09.03 – 85 «Сооружения промышленных предприятий»;
- л) СП 1009 – 73 «Санитарные правила при сварке, наплавке и резке металлов»;
- м) ТУ 8572 – 017 – 00302190 – 93 «Костюмы мужские для сварщиков, защищающие от искр, брызг расплавленного металла»;
- н) ГОСТ 12.4.010 – 75 СИЗ «Рукавицы специальные»;
- п) ГОСТ 12.4.002 – 97 ССБТ «Средства индивидуальной защиты рук от вибрации»;
- р) СНиП 23 – 05 – 95 «Естественное и искусственное освещение»;
- с) СНиП 2.04.02 – 84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения»;
- т) ФЗ №66 «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного характера» от 21.12.94 г.;
- у) ГОСТ 12.4.009 – 83 «Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды, размещение и обслуживание»;
- ф) СНиП 21 – 01 – 97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений»;82
- ц) СНиП 31 – 03 – 2001 «Производственные здания».
- ч) ГОСТ 30873.4 «Определение параметров вибрационной характеристики ручных машин и с ручным управлением»

### **7.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды**

Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны

Данный фактор определяется и регламентируется ГОСТ Р 54578-2011

«Воздух рабочей зоны. Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия. Общие принципы гигиенического контроля и оценки воздействия».

При сварке в зону дыхания работающих могут поступать сварочные аэрозоли, содержащие в составе твёрдой фазы окислы различных металлов (марганца, хрома, никеля, меди, алюминия, железа и др.), их оксиды и другие соединения, а также токсичные газы (окись углерода, озон, фтористый водород, окислы азота и т.д.) [52].

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

Источником выделения вредных веществ также может быть краска, грунт или покрытие, находящиеся на кромках свариваемых деталей и попадающие в зону сварки. Для уменьшения выделения вредных веществ поверхности свариваемых деталей должны при необходимости зачищаться от грунта и покрытия по ширине не менее 20 мм от места сварки.[52]

Для защиты органов дыхания, необходимо использовать средства индивидуальной защиты, к которым относятся респираторы. На данном участке сборки и сварки применяют респиратор «Лепесток» ГОСТ 12.4.028–76, который защищает органы дыхания от пылевых аэрозолей. Также каждое рабочее место оборудуется вытяжной вентиляцией, которая производит отбор загрязненного воздуха из рабочей зоны. Подвижность воздуха в зоне сварки  $83$  должна быть  $0,2 \div 0,5$  метров в секунду.

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

Согласно требованиям СП 1009-73 «Санитарные правила при сварке, наплавке и резке металлов» многопролетных зданиях с целью предотвращения перетекания сварочного аэрозоля в помещения, где сварка не производится, пролеты вдоль линии раздела должны иметь перегородки,

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

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

Тепловые излучения (инфракрасное и ультрафиолетовое излучение).

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

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

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

В зависимости от длины волны изменяется проникающая способность инфракрасного излучения. Наибольшую проникающую способность имеет коротковолновое инфракрасное излучение (0,76-1,4 мкм), которое проникает в ткани человека на глубину в несколько сантиметров. Инфракрасные лучи длинноволнового диапазона (9-420 мкм) задерживаются в поверхностных 84 слоях кожи.

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

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

Для защиты глаз и лица сварщиков используются специальные щитки и маски. Для защиты глаз от ослепляющей видимой части спектра излучения, ультрафиолетовых и инфракрасных лучей в очках и масках должны применяться защитные светофильтры. Марка светофильтра выбирается в зависимости от силы сварочного тока. Рекомендуется использование светофильтров из темного стекла ЭЗ, С4.

#### Шум

Параметры шума на рабочих местах определены санитарными нормами СН2.2.4/2.1.8.562–96 «Шум на рабочих местах, в жилых помещениях, общественных зданиях и на территории жилой застройки». Допустимый уровень звукового давления на участке при эксплуатации оборудования составляет:

74÷99 дБ, что является нормой и не требует специальных средств защиты.

Источниками шума на участке сборки и сварки основания являются: сварочный полуавтомат *EWM Phoenix XQ 400 plus DW R1 EX*; сварочная дуга; слесарный инструмент; работа электродвигателя кран – балки. На проектируемом участке уровень шума составляет 65...80 дБ при норме 85 дБ.

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

На данном участке используем виброизолирующие основания серии 3.901.1-17 для защиты от шума вентиляционного оборудования, вентиляторы 85 установлены в отдельные звукоизолирующие помещения, вынесенные за пределы цеха.

#### Вибрация

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

Согласно ГОСТ 12.1.012-2004 риск, сопутствующий работе виброактивных машин, должен быть снижен до минимально возможного, а вибрационная характеристика такой машины должна быть указана в сопроводительных документах.

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

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

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

Согласно требованиям СН 2.2.4/2.1.8.556 – 96 предельно допустимые величины нормируемых параметров производственной локальной вибрации при длительности вибрационного воздействия 480 мин (8 ч) виброускорения – от 1,4 м/с до 89 м/с. Работа в условиях воздействия вибрации с уровнями, превышающими настоящие санитарные нормы более чем на 12 дБ (в 4 раза), по интегральной оценке, или в какой-либо октавной полосе не допускается.86вижущиеся механизмы.

На участке применяются: кран-балка (грузоподъемностью 12.5 т.), автотранспорт, то есть имеется опасность нанесения вреда человеку движущимися и вращающимися частями машин.

Опасность представляют грузы, перемещаемые с помощью стропа. В качестве защиты необходимо проводить регулярный инструктаж рабочих по



технике безопасности, все движущиеся механизмы должны быть аттестованы.

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

При эксплуатации шлифовальной машины – защитный кожух на шлифовальном круге.

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

Электрический ток.

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

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

87

Сопротивление заземляющих устройств не должно превышать 4 Ом.

Термические ожоги.

Термические ожоги возникают вследствие непосредственного контакта с раскаленным металлом сварочной ванны, электрической дугой и

пламенем газовой горелки. Для предотвращения термических ожогов кожного покрова необходимо использовать индивидуальные средства защиты.

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

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

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

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

Пожаро взрывобезопасность.

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

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

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

Таблица 7.1 – Средства индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке

Наименование средств индивидуальной защиты	Документ, регламентирующий требования к средствам индивидуальной защиты
Костюм брезентовый для сварщика	ТУ 17-08-327-91
Ботинки кожаные	ГОСТ 27507-90
Рукавицы брезентовые (краги)	ГОСТ 12.4.010-75
Перчатки диэлектрические	ТУ 38-106359-79
Щиток защитный для э/сварщика типа НН-ПС 70241	ГОСТ 12.4.035-78
Куртка х/б на утепляющей прокладке	ГОСТ 29.335-92

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

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

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

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

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

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

Для освещения используем газораспределительные лампы, имеющие высокую светоотдачу, продолжительный срок службы, спектр излучения люминесцентных ламп близок к спектру естественного света. Рассчитаем требуемое количество светильников.

Световой поток светильников определяем по формуле [53]:

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

где  $E$  – заданная минимальная освещённость, Лк;

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

$S$  – освещаемая площадь;  $S = 350 \text{ м}^2$ ;

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

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

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

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

Тогда:

$$N = \frac{500 \cdot 1,8 \cdot 350 \cdot 1,2}{33000 \cdot 0,48} = 23,86 \text{ шт.}$$

Принимаем количество светильников  $N = 24 \text{ шт}$

## 7.6 Охрана окружающей среды

Для очистки выбросов в атмосферу, производящихся на участке сборки и сварки, достаточно производить улавливание аэрозолей и газообразных примесей из загрязнённого воздуха. Установка для

улавливания аэрозолей и пыли предусмотрена в системе вентиляции. Для этого на участке сборки и сварки используют масляные фильтры типа *EF-3000-4-4.6с*.

Фильтр EF рассчитан на продолжительную работу при следующих климатических условиях: -температура окружающего воздуха -30°C до 45°C; - относительная влажность 80% при 15°C.

Эффективность фильтров данного типа составляет 95 - 98 %.

Предельно допустимая концентрация примесей в атмосфере на территории промышленного предприятия не должна превышать 30 % вредных веществ. Очистка промышленных стоков должна соответствовать требованиям СНиП 2. 04. 02 – 84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения». Металлические отходы являются главным видом отходов на данном участке.

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

## **7.7 Чрезвычайные ситуации**

На проектируемом участке могут возникнуть чрезвычайные ситуации следующих видов:

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

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

Одной из чрезвычайных ситуаций является пожар. Пожарная безопасность — это такое состояние объекта, при котором исключается возможность возникновения пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей опасных факторов пожара и обеспечивается защита материальных ценностей.

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

- а) огнетушитель порошковый ОП-2 для тушения лакокрасочных материалов и оборудования под напряжением;
- б) песок (чистый и сухой) для тушения электроустановок под напряжением;
- в) кран внутреннего пожарного водопровода;
- г) огнетушитель углекислотный ОУ-8.

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

## **7.8 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

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

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

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

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

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

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

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

Каждое рабочее место также оборудуется вытяжным отсосом – зонтом, открытой конструкцией, всасывающее отверстие которой, приближено к источнику выделений. Подвижность воздуха в зоне сварки должна быть 0, 2...0,5 метров в секунду. Определим количество воздуха для организации местной вентиляции по формуле:

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

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

$V_{\text{эф}}$  – скорость воздуха в проеме, при которой происходит эффективное удаление вредных веществ, 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 [54]:

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

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

$n$  – количество зонтов.

Определим количество конвективного тепла, выделяемого источником.

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

где  $t_u$  и  $t_g$  – температура поверхности источника и воздуха, 0С.

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

Максимальное расстояние от кромки зонта до источника тепловыделений определяется по формуле [55]:

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

Найдем размеры вытяжного зонта:

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

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

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

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

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

В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор осевой ВО 25-188-10 с двигателем АИР160S4 15 кВт 1500 об/мин.



Рассчитаем диаметр воздуховодов. Определим диаметр воздуховода по формуле.

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

## 7.9 Вывод

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

а) для устранения вредного воздействия аэрозолей, пыли, дыма на рабочих местах применяется общеобменная система вентиляции с использованием вентилятора осевой ВО 25-188-10 с двигателем АИР160S4 15 кВт 1500 об/мин.;

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

в) требуемое освещение на рабочем участке обеспечивается 24 светильниками типа ОД с лампами ДРЛ-750;

г) для защиты от излучений сварочной дуги и предотвращения опасности ожогов, из-за брызг расплавленного металла, используется: термозащитная спецодежда, рукавицы брезентовые, сварочные щитки или 95 защитные маски со светофильтрами, спецобувь, защитные ширмы;

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

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

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

## Заключение

В выпускной квалификационной работе был произведен проектный расчет участка сборочно-сварочного цеха для изготовления рамы «КСКр.381.34.001.120». Исходя из особенностей материала изделия, условий технологичности сборки, пространственного положения сварных швов были подобраны оптимальные режимы сварки, сварочные материалы, сварочное оборудование.

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

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

1. Площадь участка, м<sup>2</sup>            350
2. Количество приспособлений, шт.  
Приспособление сборочно-сварочное    2  
Плита сварочная                    2
3. Количество смен            2
4. Количество рабочих явочных    4  
Количество рабочих списочных    13
5. Оборудование:  
Полуавтомат *EWM Phoenix XQ 400 plus DW R1 EX*

## Библиография

1. E Silva, R. H. G., Rocha, P. C. J., Rodrigues, M. B., Pereira, M., & Galeazzi, D. (2020). Analysis of interlayer idle time as a temperature control technique in additive manufacturing of thick walls by means of cmt and cmt pulse welding processes. [Análise do tempo de espera entre camadas como técnica de controle térmico na manufatura aditiva de paredes espessas pelos processos de soldagem cmt e cmt pulsado] *Soldagem e Inspecao*, 25 doi:10.1590/0104-9224/SI25.01
2. Pereira, A. S., Buschinelli, A. J. A., & Kejelin, N. Z. (2015). Evaluation of burn-through in MIG/MAG welding of high-strength, low thickness pipelines. *Welding International*, 29(9), 681-688. doi:10.1080/09507116.2014.932987
3. Dutra, J. C., Gonçalves e Silva, R. H., & Marques, C. (2015). Melting and welding power characteristics of MIG–CMT versus conventional MIG for aluminium 5183. *Welding International*, 29(3), 181-186. doi:10.1080/09507116.2014.932974
4. Jastrzębski, R. (2015). Control of MIG/MAG welding machines. *Welding International*, 29(6), 454-456. doi:10.1080/09507116.2014.937592
5. Dutra, J. C., Gonçalves e Silva, R. H., & Marques, C. (2013). Melting and welding power characteristics of MIG CMT versus conventional MIG for aluminum 5183. [Características de fusão e potência de soldagem com a transferência MIG - CMT versus MIG convencional para alumínio 5183] *Soldagem e Inspecao*, 18(1), 12-18. doi:10.1590/S0104-92242013000100003
6. Different generations of manufacturing processes: A critical review (2017): <https://ezproxy.ha.tpu.ru:2059/record/display.uri?eid=2-s2.0-85018471625> doi: 10.1016/S0924-0136(02)00860-9
7. Huang, S., Gu, X., Wang, L., Zhang, Y., & Jiao, X. (2015). Influence of gas mixing ratio in stability of welding on hyperbaric pulsed MAG

welding. *Hanjie Xuebao/Transactions of the China Welding Institution*, 36(3), 43-46. Retrieved from [www.scopus.com](http://www.scopus.com)

8. Dou, X., Fan, A., & Cai, L. (2020). Mobile contextual marketing in a museum setting. *Journal of Services Marketing*, doi:10.1108/JSM-02-2020-0049

9. Zeng, H., & Li, H. (2020). Research on the coordinated development of green innovation, environmental pollution and energy consumption. Paper presented at the IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, , 440(4) doi:10.1088/1755-1315/440/4/042010 Retrieved from [www.scopus.com](http://www.scopus.com)

10. Gómez, V. A., Hernandez, C., & Rivas, E. (2017). Management of distributed energetic resources. *International Journal of Applied Engineering Research*, 12(20), 9506-9514. Retrieved from [www.scopus.com](http://www.scopus.com)

11. Azevedo, S. C., & de Resende, A. A. (2021). Effect of angle, distance between electrodes and TIG current on the weld bead geometry in TIG-MIG/MAG welding process. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 114(5-6), 1505-1515. doi:10.1007/s00170-021-07004-7

12. Gödeke, J., Muensterer, O., & Rohleder, S. (2020). Artificial intelligence in pediatric surgery: Present and future. [Künstliche Intelligenz in der Kinderchirurgie: Gegenwart und Zukunft] *Chirurg*, 91(3), 222-228. doi:10.1007/s00104-019-01051-3

13. Zhang, L., Chi, S., Hu, Q., Chen, K., & Lyu, L. (2020). Reliability oriented modeling and analysis of PLC for EVs to charging piles communication system based on IPA-SAMP impulse noise cancelation. *IEEE Access*, 8, 4605-4614. doi:10.1109/ACCESS.2019.2961241

14. Hayu, R. S., Surachman, Rofiq, A., & Rahayu, M. (2020). The effect of website quality and government regulations on online impulse buying behavior. *Management Science Letters*, 10(5), 961-968. doi:10.5267/j.msl.2019.11.015

15. Lorch [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.:  
(<http://www.shtorm-lorch.ru>)
16. EWM [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.:  
<http://www.ewm-russia.ru>
17. Lincoln Electric [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.:  
<http://www.lincolnelectric.eu>
18. ТЦ ТЕНА (Fronius) [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.:  
<http://tctena.ru>
19. Требования НД, предъявляемые к конвейеры шахтные скребковые согласно ГОСТ Р 55152-2012– [Электронный ресурс]–  
<https://docs.cntd.ru/document/1200103246>
20. ГОСТ 14771-76 Дуговая сварка в защитном газе, соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры [Электронный ресурс]–Режим доступа–  
<https://docs.cntd.ru/document/1200004932>
21. Требования к сварным соединениям [Электронный ресурс]–Режим доступа–<https://steel-plass.ru/gosti/cto-0046-2005-3/>
22. Требование к оформлению документации–[Электронный ресурс]–<https://docs.cntd.ru/document/1200001260>
23. <https://gazovik-neft.ru/directory/info/gost52910-2008/gost52910-2008-09.html>
24. Химический состав и механический свойства сталей - [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://www.splav-kharkov.com/mat\\_start.php?name\\_id=247](http://www.splav-kharkov.com/mat_start.php?name_id=247)
25. Томас К. Н., Ильященко Д. П. Технология сварочного производства. Томск. «Томский политехнический университет» -2011. - 247с.
26. ГОСТ 2246-70 проволока стальная сварочная [Электронный ресурс]–Режим доступа:<https://docs.cntd.ru/document/1200005429>

27. ГОСТ Р ИСО 14175-2010. Материалы сварочные. Газы и газовые смеси для сварки плавлением и родственных процессов – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200084975>

28. Свариваемость металлов - [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://weldzone.info/technology/manual-arc-welding/251-konsb>

29. Подбор оборудования – [Электронный ресурс]– [https://www.ewm-sales.com/ru/Apparaty\\_dlja\\_svarki\\_MIG\\_MAG/Phoenix\\_XQ\\_puls/Phoenix\\_XQ\\_puls\\_D\\_decompact/Phoenix\\_XQ\\_400\\_puls\\_DW\\_R1\\_EX--090-005644-00002.html](https://www.ewm-sales.com/ru/Apparaty_dlja_svarki_MIG_MAG/Phoenix_XQ_puls/Phoenix_XQ_puls_D_decompact/Phoenix_XQ_400_puls_DW_R1_EX--090-005644-00002.html)

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

31. Подбор комплекта ВИК – [Электронный ресурс] – <https://www.ntcexpert.ru/vic/1327-komplekt-vik-gazprom>

32. Подбор ультразвукового дефектоскопа–[Электронный ресурс]– <https://www.ntcexpert.ru/uc/ultrazvukovoi-defektoskop/579-ultrazvukovoj-defektoskop-tomograf-a1550-introvisor>

33. Инструкция по визуальному и измерительному контролю - [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.norm-load.ru/SNiP/Data1/39/39956/index.htm>

34. Требованию к выполнению визуально и измерительного контроля – [Электронный ресурс] – <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294816/4294816743.htm>

35. Требования к проведение ультразвукового контроля– [Электронный ресурс] – [https://www.ntcexpert.ru/documents/docs/OST\\_32\\_100-87.pdf](https://www.ntcexpert.ru/documents/docs/OST_32_100-87.pdf)

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

37. Функции нормирования труда - [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.intuit.ru/studies/courses/3515/757/lecture/29494?page=2>

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

39. Фонд рабочего времени на 2020 год (Россия) - [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ppt.ru/news/142822/>. Дата обращения 15.05.2020

40. Нормирование сварочных материалов для дуговой сварки - [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docplayer.ru/58929928-Normirovanie-svarochnyh-materialov-dlya-dugovoy-svarki.html>

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

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

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

44. Организация экономика управление на предприятиях - [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://ivgpu.com/images/docs/ob\\_universitete/institutyfakultety\\_kafedry/isi/kafedry/orgkh/publikatsii/orgkh-uup-5.pdf](https://ivgpu.com/images/docs/ob_universitete/institutyfakultety_kafedry/isi/kafedry/orgkh/publikatsii/orgkh-uup-5.pdf). Дата обращения 15.05.2021.

45. Куликов В.П. Технология сварки плавлением и термической резки: учебник / В.П. Куликов. – Минск: Новое знание; М. : ИНФРАМ-М 2016. – 463. : ил. – (Высшее образование: Бакалавриат)



46. Каталог металлопроката–[Электронный ресурс] – Режим доступа:<https://areal-metal.ru/marki-stalej/stal-30hgsa1#catalog>
47. Гришагин В.М., Фарберов В.Я. "Расчеты комфорта и безопасности". – Юрга: Изд. филиала ТПУ, 2012. – 96 с.
48. Цыган Б.Г. Сопротивление усталости сварных узлов кузова пассажирского вагона, выполненных сваркой в CO<sub>2</sub> и Ar+CO<sub>2</sub> // Автоматическая сварка. – 1998. - №10. – С. 42-46
49. Русак У. П /промышленная вентиляция: Учебное пособие по лабораторным, практическим и дипломным работам бакалавров и магистерским диссертациям. – Санкт-Петербург: Изд. СПбГЛТУ, 2011 – 30 с
50. Васильев В.И., Ильященко Д.П. Разработка этапов технологии при дуговой сварке плавлением – Издательство ТПУ, 2008г. – 96 с.
51. ГОСТ 12.0.0030-74 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (с изменениями по И-Л-Х1-91)»
52. Кукин П.П., Лапин В.Л., Подгорных Е.А. и др. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (Охрана труда). Учеб. пособие для вузов / М.: Высшая школа, 2004. – 298 с.
53. Запыленность и загазованность воздуха в рабочих зонах [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://www.ecolosorse.ru/ecologs-281-1.html>
54. Брауде М.З. "Охрана труда при сварке в машиностроении"/ М.: Машиностроение, 1978. – 141 с.
55. Селитебные зоны – это что? Селитебная территория [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://fb.ru/article/288464/selitebnyie-zonyi---eto-hto-selitebnaya-territoriya>

## Приложение А

(Спецификация ФЮРА.КСКр.381.34.001.120.)

		Формат		Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
		Знак	Поз.					
Перв. примен.					<u>Документация</u>			
		*		КСКр.381.34.001.120СБ			*1А2х3	
Сборч. №					<u>Сборочные единицы</u>			
		A4	388	1 КСКр.381.34.001.130	Рама основная	1		
					<u>Детали</u>			
Подп. и дата		A3	3	КСКр.381.34.001.121	Вставка нижняя	2		
			40A	5	-01 Вставка нижняя	1		
		A3	388	6 КСКр.381.34.001.122	Косынка	2		
		A3	208	7 КСКр.381.34.001.123	Накладка кародки	2		
			208	8	-01 Накладка кародки	2		
		A3	288	9 КСКр.381.34.001.124	Планка стенки	1		
			308	10	-01 Планка стенки	1		
		A1	34A	11 КСКр.381.34.001.125	Плита редуктора	1		
			388	12	-01 Плита редуктора	1		
		A4	188	13 КСКр.381.34.001.126	Палец	2		
		A2	35A	14 КСКр.381.34.001.127	Стенка верхняя	1		
			388	15	-01 Стенка верхняя	1		
		A1	248	16 КСКр.381.34.001.128	Стенка задняя	1		
			228	17	-01 Стенка задняя	1		
	Инв. № подл.	ФЮРА.КСКр.381.34.001.120						
		Изм./лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Лист	Листов
		Разработ	Гурдиженко Э.Г.				1	2
Проб.		Ильященко Д.П.						
Исполн.	Ильященко Д.П.				ЮТИ ТПУ гр.10А72			
Утв.					Формат А4			





**Приложение В**  
(Технологический процесс)

ГОСТ 3.1105-84 Форма 2									
Лист									
Взам.									
Подл.									
								15	1
		ФЮРА.КСКр.39134.001.120							
		Рама							
<p><b>КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ</b></p> <p>на технологический процесс</p> <p>сборки-сварки</p>									
		Разработал		Турдумбеков Э.У.					
		Проверил		Ильященко Д.П.					
		Н. контр.		Ильященко Д.П.					
		Рецензент		Федотов И.А.					
		Акт		_____					
Т/Л	Титульный лист								1











Дубл.	Взам.	Подл.																		
Разраб.	Турдумбаев ЗУ																			
Проб.	Ильященко ДЛ																			
Нормир.																				
Нач. БТК																				
Н. контр.	Ильященко ДЛ																			
А	Цех	Уч	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.				
Б					Код, наименование оборудования															
К/М					Наименование детали, сб. единицы или материала															
А01	3. Прихватить детали в порядке установки. Количество прихваток - 19 шт. $T = 2,8$ мин.																			
002	4. Приварить дет.																			
03	дет. поз. 12, 15, 17. $T = 193,25$ мин.																			
А04	Тип соединения																			
Б05	№2 $T_1 - \triangle 15$ Длина, мм. Расход, кг. Проходов																			
06	№9 нест. 2554 2,271 4																			
07	№12 нест. 1092 9,538 8																			
08	№12 нест. 1611 9,317 7																			
09	015 Сборочно-сварочная $T_0 = 207,97$ мин.																			
010																				
011	Кран Q=12,5 т, Строп Q>5 т.; Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.0000001072.00.0000 СБ,																			
012	EWM Phaeonix XQ 400 plus DW R1 EX.																			
Т13	1. Установить детали поз. 11 и упереть к уголкум на приспособлении. $T = 2,6$ мин.																			
Т14	Прижать винтовыми прижимами.																			
Т15	2. Установить деталь поз. 16, и поз 14, на упоры приспособления. $T = 6,72$ мин.																			
16	Размеры $120 \pm 0,4$ , $100 \pm 0,4$ обеспечиваются приспособлением. Прижать и упереть винтовыми прижимами																			
КТП	Карта технологического процесса																			6















Дубл.	Взв.	Подп.																			
Разраб.	Турдумбаев З.У.																				
Проб.	Ильяшенко Д.П.		ФНП АКФР.39134.001.120																		
Нормир.																					
Нач. БТК																					
Н. контр.																					
	Цех	Уч	РМ	Опер.	Код, наименование операции		Код, наименование оборудования		Наименование детали, сб. единицы или материала		Обозначение, код		Обозначения документа		Кшт.		Тшт.				
A												СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тшт.
Б																					
К/М																					
A01	№33 и №30 согласно чертежу.																				
002	2. Установить детали позиции №4, №5, №6, №9, №10, №33 и №30 согласно разметке																				
03	на сборочную единицу 1																				
A04	3. Прихватить детали между собой. Количество прихваток 43																				
Б05	4. Приварить дет.																				
06	Позиции №4, №5, №6, №9, №10, №33 и №30																				
07	Тип соединения		Длина, мм.		Расход, кг.		Проходов														
08	№1 T <sub>1</sub> -△12		600		1,688		3														
09	№4 T <sub>9</sub>		3300		10,406		4														
010	№5 T <sub>A</sub>		800		2,722		4														
011	№13 □ Нест.		600		1,688		4														
012	№14 □ Нест.		1734		2,919		2														
T13	5. Клеймить клеем сварщика на поз. 33.																				
T14																					
T15																					
16																					
КТП	Карта технологического процесса																		13		



