

**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 погрузчика-экскаватора ПЭ-Ф-1А</b>

УДК 621.757:621.791:621.879.3-2

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А60	Платонов Н.С.		

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	Полицинская Е.В.	к.п.н, доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

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

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

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

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

Студент гр. 3-10А60

Руководитель ВКР

Платонов Н.С.

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
3-10А60	Платонову Николаю Сергеевичу

Тема работы:

Разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки рамы погрузчика-экскаватора ПЭ-Ф-1А	
Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	25.05.2021 г. №145-28/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b> <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Материалы преддипломной практики
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b> <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Обзор и анализ литературы.</li><li>2. Объект и методы исследования.</li><li>3. Разработка технологического процесса.</li><li>4. Конструкторский раздел.</li><li>5. Проектирование участка сборки-сварки.</li><li>6. Финансовый менеджмент, 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.0ПЭ-Ф-1А.121.00.000 СБ Рама 2 листа (А1).  2. ФЮРА.000001.121.00.000 СБ Приспособление сборочно-сварочное 2 листа (А1).  3. ФЮРА.000002.121 ЛП План участка 1 лист (А1).  4 ФЮРА.000003.121 ЛП Технологическая схема сборки и сварки изделия 1 лист (А1).  5. ФЮРА.000004.121 ЛП Система вентиляции участка 1 лист (А1).  6. ФЮРА.000005.121 ЛП Экономическая часть 1 лист (А1).  7. ФЮРА.000006.121 ЛП Карта организации труда 1 лист (А1).</p>
--	---

<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> (с указанием разделов)</p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Технологическая и конструкторская часть</p>	<p>Ильященко Д.П.</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Полицинская Е.В.</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Солодский С.А.</p>
<p><b>Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:</b></p>	
<p>Реферат</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>Должность</p>	<p>ФИО</p>	<p>Ученая степень, звание</p>	<p>Подпись</p>	<p>Дата</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>Группа</p>	<p>ФИО</p>	<p>Подпись</p>	<p>Дата</p>
<p>3-10А60</p>	<p>Платонов Н.С.</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)
17.01.2021	Обзор и анализ литературы	15
17.02.2021	Объекты и методы исследования	15
17.03.2021	Разработка технологического процесса	20
17.04.2021	Конструкторский раздел	15
10.05.2021	Проектирование участка сборки-сварки	15
20.05.2021	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
25.05.2021	Социальная ответственность	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	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
З-10А60	Платонову Николаю Сергеевичу

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

<b>Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:</b>
Цена на основные материалы, сварочные материалы, электроэнергию, сварочное оборудование.
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>
Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования и помещений
Затраты на сварочные материалы
Заработная плата
Затраты на электроэнергию
Затраты на основной металл
Себестоимость одного изделия
Количество приведенных затрат
<b>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):</b>
<i>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчетному заданию</i>

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	<b>03.02.2021</b>
---	-------------------

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-10А60	Платонов Н.С.		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-10А60	Платонову Николаю Сергеевичу

Институт	Юргинский технологический институт	Отделение	Промышленных технологий
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 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)</li> </ul> <p>чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения);</li> <li>- опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы);</li> <li>- негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу);</li> <li>- чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера).</li> </ul>
<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	

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

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</i></li> <li>– <i>действие фактора на организм человека;</i></li> <li>– <i>приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</i></li> <li>– <i>предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</i></li> </ul>	<p>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>



<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– защита селитебной зоны</li> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>– разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>	Вредные выбросы в атмосферу.
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень возможных ЧС на объекте;</li> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</li> </ul>	Перечень наиболее возможных ЧС на объекте.
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны</li> </ul>	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
<b>Перечень графического материала:</b>	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	ФЮРА.000004.121 ЛП Система вентиляции участка ЛП 1 лист (А1).

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	03.02.2021
---	------------

**Задание выдал консультант:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А60	Платонов Н.С.		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа 125 с., 8 рисунков, 20 таблицы, 45 источника, 3 приложения, 9 л. графического материала.

Ключевые слова: РАМА, УЧАСТОК СБОРКИ, ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦИКЛ, СПОСОБ СВАРКИ, ПОДУЗЕЛ, ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ.

Объектом разработки является рама погрузчика – экскаватора ПЭ-Ф-1А.

Цель работы Разработка технологии и проектирование участка сборки – сварки рамы погрузчика - экскаватора ПЭ-Ф-1А.

*Purpose of work Development of technology and design of the site for assembling the frame of the loader - excavator PE-F-1A.*

В результате выбран наиболее эффективный вариант производственного процесса, подобранно оборудование: полуавтомат *ESAB Origo Mig 5002c*, соответствующее режимам сварки и разработана технологическая оснастка, на основании чего спроектирован участок сборки и сварки рамы.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: ФЮРА.ПЭ-Ф-1А.121.00.000 СБ Рама. Имеет габаритные размеры 3220x725x880 мм. Детали основания изготовлены из марок стали 10ХСНД, Сталь 10, Сталь 20 и СтЗпс.

Экономические показатели:

- капитальные вложения 1481856 руб;
- себестоимость продукции 8520420 руб·изд./год.
- количество приведенных затрат 8742698 руб/изд. год.

Область применения: Сельское хозяйство, строительство.

Значимость работы: В процессе выполнения ВКР разработано сборочно-сварочное приспособление, которое позволило сократить время изготовления основания и увеличило производительность труда.

## **Abstract**

*Final qualifying work 125 p., 8 figures, 20 tables,  
45 sources, 3 applications, 9 p. graphic material.*

*Key words: FRAME, ASSEMBLY AREA, THE PRODUCTION CYCLE,  
WELDING METHOD, SUBZEL, TECHNICAL REGULATION.*

*The object of development is the frame of a loader-excavator PE-F-1A.*

*Purpose of work Development of technology and design of the assembly area -  
welding of the frame of the loader - excavator PE-F-1A.*

*As a result, the most efficient version of the production process was selected,  
the equipment was selected: the ESAB Origo Mig 5002c semiautomatic device,  
corresponding to the welding modes, and the technological equipment was  
developed, on the basis of which the frame assembly and welding section was  
designed.*

*Basic design, technological and technical and operational characteristics:  
FYURA.PE-F-1A.121.00.000 SB Frame. Has overall dimensions 3220x725x880 mm.  
Base parts are made of steel grades 10XCHД, Steel 10, Steel 20 and St3ps.*

*Economic indicators:*

- capital investments 1,481,856 rubles;*
- cost of production 8520420 rubles / ed. year.*
- the number of reduced costs 8,742,698 rubles / ed. year.*

*Scope: Agriculture, construction.*

*Significance of the work: In the process of performing the research and  
development work, an assembly and welding device was developed, which made it  
possible to reduce the time for manufacturing the base and increase labor  
productivity.*

## Содержание

Введение	17
1 Обзор и анализ литературы	19
1.1 Сварочная технология SpeedArc: быстрое проплавление толстого металла	19
1.2 Скоростной перенос дуги (Swift Arc Transfer™, SAT)	22
1.3 Технология полуавтоматической сварки процессом (Surface Tension Transfer, STT II)	23
1.4 Cold Metal Transfer, CMT	24
1.4.1 Особенности процесса CMT	24
1.4.2 Описание процесса работы	25
1.4.3 Преимущества и диапазон мощностей CMT процесса	26
1.4.4 Оборудование для процесса CMT	28
1.5 Оборудование и технологии для полуавтоматической сварки компании ESAB	29
1.6 Заключение	30
2 Объект и методы исследования	32
2.1 Описание сварной конструкции	32
2.2 Требования нормативной документации, предъявляемые к конструкции	32
2.2.1 Требования к подготовке кромок	33
2.2.2 Требования к сварке при прихватке	33
2.2.3 Требования, предъявляемые к процессу сборки сварного соединения	34
2.2.4 Требования к сварке корневого валика. Требования к сварке последующих слоев	35
2.2.5 Требования к оформлению документации	36
2.2.6 Требования к контролю	37

2.3	Методы проектирования	39
2.4	Постановка задачи	39
3	Разработка технологического процесса	41
3.1	Анализ исходных данных	41
3.1.1	Основные материалы	41
3.1.2	Обоснование и выбор способа сварки	44
3.1.3	Выбор сварочных материалов	45
3.2	Выбор основного оборудования	45
3.3	Технологические режимы сварки	48
3.4	Выбор оснастки	49
3.5	Составление схемы общей сборки. Определение рациональной схемы разделения конструкции на сборочные единицы	51
3.6	Выбор методов контроля, регламент, оборудование	53
3.7	Разработка технической документации	56
3.8	Техническое нормирование операций	59
3.9	Материальное нормирование	61
3.9.1	Расход металла	61
3.9.2	Расход сварочной проволоки	61
3.9.3	Расход защитного газа	62
3.9.4	Расход электроэнергии	62
4	Конструкторский раздел	63
4.1	Проектирование сборочно-сварочных приспособлений	63
4.2	Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений	63
4.3	Порядок работы приспособлений	65
5	Проектирование участка сборки-сварки	66
5.1	Состав сборочно-сварочного цеха	66
5.2	Расчет основных элементов производства	66

5.2.1	Определение количества необходимого числа оборудования	67
5.2.2	Определение состава и численности рабочих	68
5.3	Пространственное расположение производственного процесса	69
5.3.1	Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха	69
6	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	71
6.1	Финансирование проекта и маркетинг	71
6.2	Экономический анализ техпроцесса	71
6.2.1	Расчет капитальных вложений в производственные фонды	72
6.2.1.1	Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления	72
6.2.1.2	Капитальные вложения в подъемно-транспортное оборудование	74
6.2.1.3	Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями	74
6.2.2	Расчет себестоимости единицы продукции	75
6.2.2.1	Определение затрат на основные материалы	75
6.2.2.2	Определение затрат на сварочные материалы	76
6.2.2.3	Определение затрат на заработную плату	77
6.2.2.4	Определение затрат на силовую электроэнергию	77
6.2.2.5	Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования	78
6.2.2.6	Определение затрат на содержание помещения	79
6.3	Расчет технико-экономической эффективности	81
6.4	Основные технико-экономические показатели участка	81
7	Социальная ответственность	83

7.1 Описание рабочего места	83
7.2. Законодательные и нормативные документы	84
7.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	86
7.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке	92
7.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды	93
7.4.1 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов	95
7.5 Охрана окружающей среды	96
7.6 Защита в чрезвычайных ситуациях	97
7.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	98
Заключение	99
Библиография	100
Приложение А (Спецификация Рама)	104
Приложение Б (Спецификация Приспособление сборочно- сварочное)	107
Приложение В (Технологический процесс)	109
Дискета CD	В конверте на обложке
Графическая часть	На отдельных листах
ФЮРА.ПЭ-Ф-1А.121.00.000 СБ Рама. Сборочный чертеж	Формат 2- А1
ФЮРА.000001.121.00.000 СБ Приспособление сборочно- сварочное	Формат 2- А1
ФЮРА.000002.121 ЛП План участка	Формат А1
ФЮРА.000003.121 ЛП Технологическая схема сборки и сварки	Формат А1

изделия. Лист плакат

ФЮРА.000004.121 ЛП Схема вентиляции участка

Формат А1

ФЮРА.000005.121 ЛП Экономическая часть

Формат А1

ФЮРА.000006.121 ЛП Карта организации труда на  
производственном участке. Лист плакат

Формат А1



## Введение

Сварка распространена в промышленности и строительстве, а также сварка применяется при проведении ремонтных работ. Для соединения деталей в промышленности и строительстве применяют разнообразные технологии. Но лидирующую позицию удерживает сварка. Она широко применяется в машиностроении и других отраслях промышленности. Популярность сварки объясняется высокой надежностью конструкций, получаемых с применением сварки, и их прочностью (надежностью). Сварочная технология не только производительна, но и выгодна с экономической точки зрения [1].

Сварка представляет собой технологический процесс, вследствие осуществления которого возникают неразъемные соединения деталей и материалов между собой; можно столкнуться с ошибочными определениями, в рамках которых сварка относится исключительно к технологии соединения металлов. В действительности же к числу свариваемых материалов относятся также различные полимеры, графит, стекло и др [1]. При сварке соединение материалов обеспечивается за счёт термовоздействия, посредством формирования межатомных соединений либо вследствие деформирования или смешанным способом.

Атомы и молекулы соединяемых материалов при сварке, если рассматривать процесс с физической точки зрения, формируют прочные связи, для возникновения которых представляется необходимым соблюдение ряда условий [1]:

- тщательная очистка свариваемых поверхностей;
- энергетическая активация атомов для облегчения их взаимодействия;
- размещение свариваемых деталей на таком расстоянии, которое сравнимо с расстоянием в различных элементах между микрочастицами.

В время остывания образуется сварочной шва на стыке.

Для выполнения дуговой сварки представляется необходимым мощный и устойчивый электроразряд в ионизированной газовой среде. Дуговой промежуток ионизируется при зажигании дуги, далее на всём протяжении горения ионизация поддерживается.

В соответствии с методом соединения деталей, указанный вид сварки можно подразделить следующим образом [1]:

- «ручная» сварка – рабочий осуществляет все операции с электродом вручную (при применении электродов со специальным покрытием);
- полуавтомат – выступающая в качестве электрода проволока в автоматическом режиме, вместе с газом, подается в зону сварки и под воздействием электротока плавится;
- автомат – процесс на 100% автоматизирован и подчинён определённому алгоритму.

Среди большого разнообразия видов сварки *MIG/MAG* сварка с использованием газа является одной из наиболее удобной и используемой [2].

Такой вид сварки прост и удобен в использовании. С помощью *MIG* сварки могут соединяться различные типы металлов, при изготовлении сварных швов различной сложности и толщины [2]. Такая сварка именуется также *GMAW* («*Gas metal Arc welding*»), что означает дуговую сварку в защитной газовой среде, в режиме ручном, полуавтоматическом или автоматическом, осуществляемую методом плавления [2]. Такой процесс сварки осуществим исключительно при постоянном токе (при прямой или обратной полярности). *MAG*, в свою очередь, подразумевает сварку в полуавтоматическом режиме, с применением углекислого газа [2].

В представляемой выпускной квалификационной работе выполняется проектирование участка сборки и сварки рамы. Необходимо разработать производство с наибольшей степенью механизации, позволяющих повысить производительность труда, качество сварного изделия и улучшить условия труда.

## 1 Обзор и анализ литературы

В настоящее время разработаны различные технологии выполнения сварных швов. Для данной работы особенно интересна тема сварки металла больших толщин. Различные компании, занимающиеся разработкой и производством сварочного оборудования, создали технологии, позволяющие улучшить сварку металлов больших толщин.

### 1.1 Сварочная технология *SpeedArc*: быстрое проплавление толстого металла

*SpeedArc XT* 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 [3].

*SpeedArc XT* оставляет в прошлом даже очень большие углы подготовки к сварке. Угол подготовки сварного шва в 40 теперь вполне достаточен для создания правильного шва. Это помогает сэкономить не только драгоценное время, но и драгоценный материал [4].

Сварочный процесс *SpeedArc* был разработан специально для сварки толстого металла, с целью упростить и ускорить соответствующие операции и снизить расходование присадочной проволоки. При применении данной технологии металл толщиной 1,5 см может быть сварен за один проход, при

мощности сварочных полуавтоматов, составляющей от 400 Ампер и выше. SpeedArc включается в базовую комплектацию полуавтоматов для сварки [4]:

- сварочный полуавтомат резонансного типа *LORCH MicorMIG*;
- промышленный сварочный полуавтомат *LORCH P*;
- импульсный сварочный полуавтомат *LORCH S*.

Указанный процесс отличается от традиционной сварки *MIG/MAG* по характеру работы, прежде всего – по звуку сварки, минимизации разбрызгивания, характеру свечения и т.д. За счёт использования короткой дуги обеспечивается устойчивость процесса. Скорость повышается за счёт применения струйного переноса металла [4].

Преимущества технологии показаны на рисунках 1.1, 1.2 и 1.3 [4]

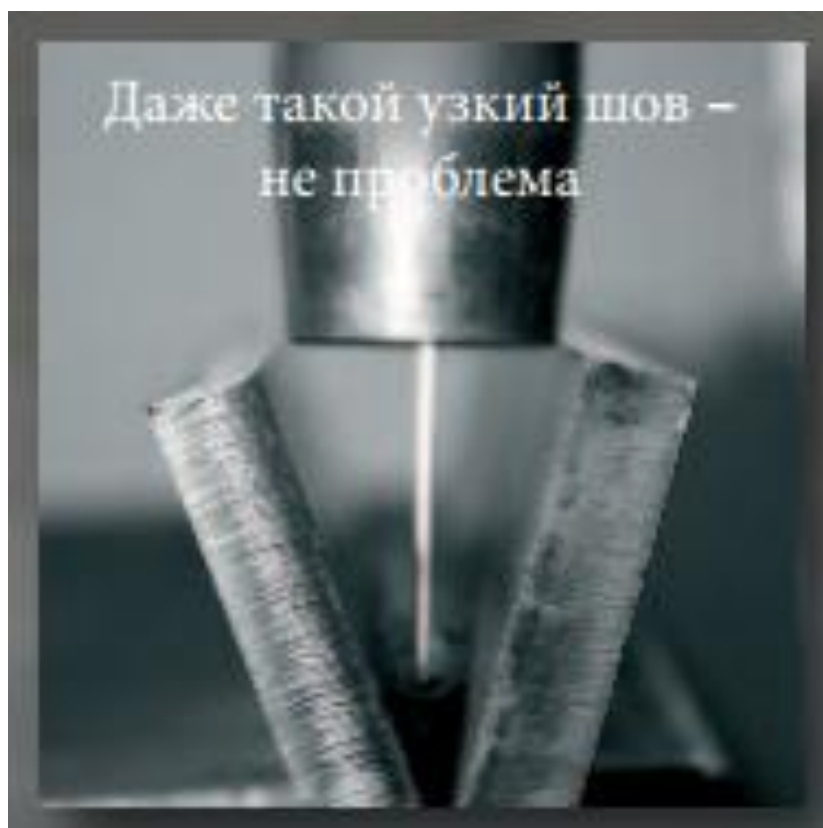


Рисунок 1.1 – Сварка с вылетом проволоки до 40мм [4]

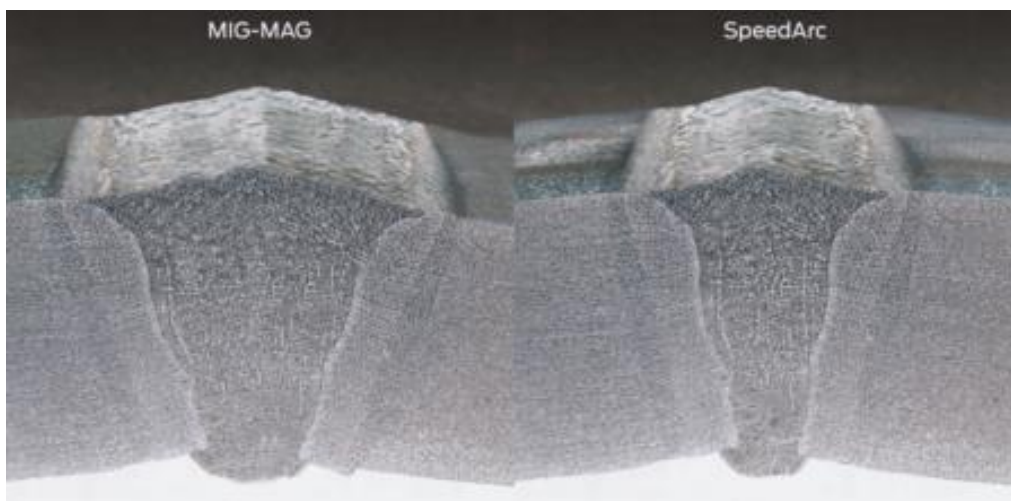


Рисунок 1.2 – Разделка кромок  $40^\circ$  вместо привычных  $60^\circ$  – экономия времени и сварочной проволоки [4]

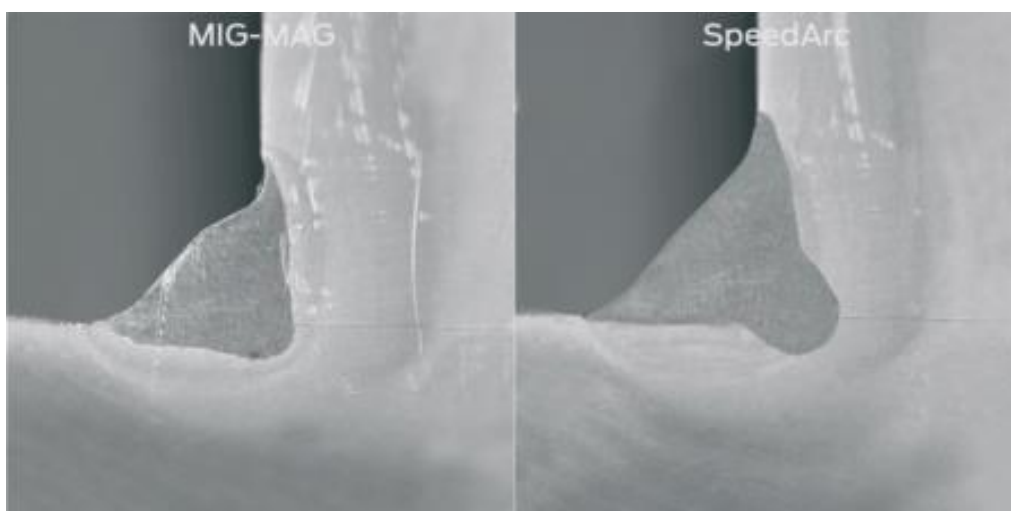


Рисунок 1.3 – Более глубокий провар – меньше проходов сварки [4]

Указанная технология, за счёт значительной энергетической плотности сварочной дуги, даёт возможность повысить качество провара и обеспечивать разделку кромок не на  $60$  градусов, а на  $40$  [4]. Благодаря этому количество проходов сварки может быть снижено, как и объём расходуемой сварочной проволоки. *SpeedArc*, кроме того, оптимален для сварки в узких стыках со значительным вылетом электрода без снижения качества. Все параметры сварки автоматически корректируются сварочным полуавтоматом, за счёт чего обеспечивается стабильность процесса.

Технология используется исключительно для металлов от 8 мм (и более) толщиной; при использовании её для работы с металлами меньшей толщины процесс сварки становится весьма нестабилен [4].

## 1.2 Скоростной перенос дуги (*Swift Arc Transfer™, SAT*)

Скоростной перенос дуги (*SAT*) – это высокопроизводительный процесс *MIG* сварки неомеднённой проволокой *AristoRod™* с улучшенными характеристиками поверхности на скорости, превышающую предельную для стандартной сварки струйным переносом [5].

Преимуществом неомедненной проволоки *AristoRod™* перед омедненной является то, что она не так быстро загрязняет систему подачи частицами меди [5].

Синергетические линии доступны для трех диаметров проволоки *AristoRod™* и различных защитных газов [5].

Процесс *SAT™* формирует ровный гладкий шов с хорошим проплавлением и без подрезов.

Дополнительным преимуществом является очень низкий уровень тепловложения, что приводит к минимальной деформации.

Процесс *SAT™* разработан для роботизированной, автоматизированной и механизированной сварки. Он отлично подходит для выполнения угловых сварных швов и для сварки внахлест в нижнем положении как тонких, так и толстых листов.

В процессе *SAT™* применяются инверторные сварочные источники *ESAB* вместе с устройством подачи проволоки *Robofeed 3004*, что в связке с блоком управления *U82* повышает скорость подачи до 30 м/мин (1.180 дюйм/мин).

*ESAB* предлагает полный комплект оборудования, расходных материалов и синергетических линий, а также свои знания и опыт для успешного внедрения *SAT*<sup>TM</sup> процесса [5].

### **1.3 Технология полуавтоматической сварки процессом (*Surface Tension Transfer, STT II*)**

Сущность процесса *STT* [6]) состоит в том, что это одна из форм переноса с помощью короткого замыкания, используемая в ходе дуговой сварки в среде защитных газов; данная форма характеризуется тем, что перенос расплавленного металла осуществляется при помощи сравнительно значительной силы поверхностного натяжения сварочной ванны, втягивающей в себя жидкую каплю, находящуюся на конце проволоки при помощи относительно невысокой силы поверхностного натяжения.

При использовании рассматриваемой формы переноса, в сравнении с традиционными методами, существенно снижаются процессы разбрызгивания и дымообразования. Метод достаточно прост и доступен, при его использовании обеспечивается достаточный контроль сварочной ванны, а также снижается вероятность несплавлений. Для выполнения качественного сварного шва не обязательна высокая квалификация исполнителя; кроме того, время на обучение сварщиков сокращается за счёт простоты процесса.

Специально для этой методики на базе компании *Lincoln Electric* был разработан инверторный источник питания *Invertec STT II*, в котором сила электротока составляет 225 А и который предназначен для управления формой сварочного тока. Такие преимущества обеспечиваются за счет регулирования формы выходного тока определенным методом в процессе сварки (что-то вроде импульснодуговой сварки) [6]. Данный источник питания существенно отличается от традиционно используемых сварочных источников, поскольку его характеристика не относится ни к жёстким, ни к крутопадающим. Данное

оборудование обеспечивает «обратную связь», за счёт которой осуществляется мониторинг ключевых стадий процесса переноса капли, а также моментальную реакцию на взаимодействия электрода со сварочной ванной, при которой сварочный ток меняет показатели формы и мощности.

В число ключевых показателей метода сварки *STT* входят [6]: 1) скорость подачи сварочной проволоки; 2) пиковый ток; 3) базовый ток; 4) продолжительность заднего фронта импульса.

В первую очередь, метод *STT* рекомендован для выполнения корневых швов в ходе сварки труб с зазором, а также для выполнения сварки тонких металлических листов; метод применим для сварки всех видов стали (от простой углеродистой стали и до никелесодержащих сплавов) [6].

## **1.4 Cold Metal Transfer, *CMT***

### **1.4.1 Особенности процесса *CMT***

*CMT* процесс представляет собой *MIG/MAG* процесс, в котором применяется принципиально новая форма отрыва капли, за счёт чего данный метод может использоваться там, где применение технологий *MIG/MAG* было затруднительно или вообще невозможно [7].

*CMT* что переводится как «холодный перенос металла»; технология применяется в процессах сварки и пайки. В данном случае вкладывается существенно меньше тепла, чем при обычном *MIG/MAG* процессе; на рисунке ниже отражено, что оба шва были выполнены при скорости подачи проволоки, составляющей 5 метров в минуту, проволока и материал – *AlSi 5 1,2 mm//AlMg 3/2 mm*.



## 1.4.2 Описание процесса работы

Основу метода составляет процесс сварки короткими замыканиями; образование короткого замыкания в ходе такого процесса сопровождается существенным повышением сопротивления при резком снижении напряжения, за чем неизбежно следует увеличение тепловложения в основной металл. Другая ситуация наблюдается с *СМТ*-дугой – в данном случае ток при первом обнаружении короткого замыкания снижается до минимального при одновременном отрыве капли, происходящем благодаря обратному движению сварочной проволоки. За счёт этого металл переносится при практически нулевом значении тока, вследствие чего тепловложение крайне низко, что и обуславливает наименование метода [7].

Сварочная проволока во время горения дуги подводится к ванне. В момент её входа в сварочную ванну она гасится, а также осуществляется снижение тока, за счёт чего предотвращается разрыв перемычки. Когда происходит короткое замыкание, ток снижается до минимального значения, а сварочная проволока отводится назад, чтобы обеспечить отделение капли. Затем сварочная проволока опять подаётся в сварочную ванну, зажигается дуга, и сварочный цикл начинается заново.

Основной принцип *СМТ* процесса показан на рисунке 1.4 [7]



Рисунок 1.4 – Основной принцип *СМТ* процесса

На представленных на рис. 1.5 фотографиях представлена последовательность процесса [7]



Рис. 1.5 – Последовательность действий в рамках осуществления цикла *СМТ*-сварки

Представленные возвратно-поступательные движения, в зависимости от выбора той или иной характеристики, может повторяться до семидесяти раз в секунду. Помимо этого, в систему управления должны быть включены следующие 3 специфические особенности: отмеченные выше (перенос металла при условном отсутствии тока и возвратно-поступательное движение электрода) и ещё одна, состоящая в характере движения проволоки [7].

### 1.4.3 Преимущества и диапазон мощностей *СМТ* процесса

В сравнении с традиционными методами *MIG/MAG*-сварки, данная технология обладает рядом важных преимуществ. Так, за счёт незначительного тепловложения, сварка легких и сверхлегких листов (с толщиной, составляющей менее 0,3 миллиметра) может осуществляться с максимальной эффективностью и качеством, при применении механизированных и автоматизированных методов сварки. *СМТ*-процесс был разработан именно для этой области применения [7].

Способ контроля, используемый в данном случае, даёт возможность измерять и в механическом режиме регулировать длину дуги; данный

показатель при использовании данного метода измеряется и регулируется именно механическим способом, а не за счет измерений напряжения, как при традиционных *MIG/MAG* процессах сварки. За счёт этого в *СМТ*-процессе обеспечивается отсутствие влияния характеристик поверхности деталей, а также изменений скорости сварки, вследствие которых меняется напряжение и, как следствие, длина дуги, т.е. дуга в данном случае получается весьма стабильной. Кроме того, при осуществлении роботизированной сварки в случае тех или иных резких изменений исключается прерывание дуги.

Ещё одно преимущество – снижение разбрызгивания в ходе сварки и пайки; различия особенно явно выражены при осуществлении *СМТ*-наплавки (в сравнении с традиционной) [7].

*СМТ*-сварка, кроме того, обеспечивает, в сравнении с традиционными методами, более качественное покрытие зазоров между соединяемыми деталями, а также более высокую скорость сварки и наплавки и более высокую стабильность сварочного процесса за счёт механического мониторинга дуги.

Необходимо отметить также следующие преимущества:

- минимальное разбрызгивание (даже при работе в  $CO_2$ );
- качество геометрии и проплавления сварного шва повышается при сварке в совмещённом режиме с пульсом;
- возможность осуществления сварки по значительному зазору;
- требования к технической оснастке не столь высоки;
- скорость ручной сварки составляет в полтора-два раза больше, нежели при традиционной полуавтоматической сварке.

*СМТ*-процесс, как уже упоминалось, основывается на процессе сварки коротким замыканием, что обуславливает аналогичный диапазон мощностей [7].

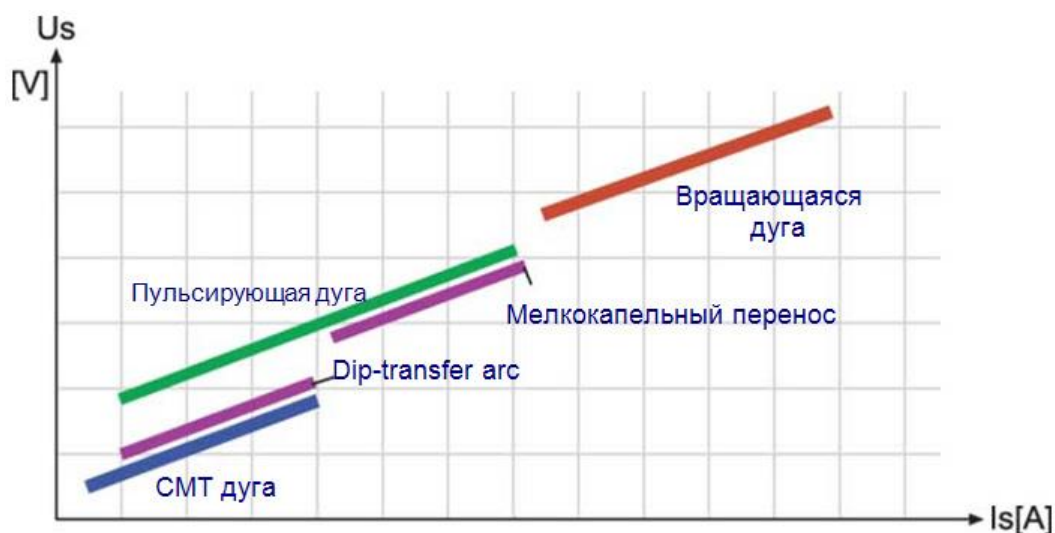


Рисунок 1.6 – Диапазон мощности СМТ дуги [7]

На приведённом выше рисунке видно, что верхний предел дуги при СМТ-сварке совпадает с максимальным пределом стандартной дуги при сварке коротким замыканием; вместе с тем, нижний предел зависит от геометрии шва, что обусловлено стабильным характером дуги.

Для расширения указанного предела был предложен комплекс мер по формированию т.н. режима «*PulseMix*» (что переводится как «смешанный пульс»). Циклы пульсации при таком режиме работы определенным образом «смешиваются» с циклами СМТ, чтобы обеспечить введение в металл несколько больше тепла [7], однако это никак не снижает такие преимущества метода, как устойчивость дуги и минимальное разбрызгивание.

#### 1.4.4 Оборудование для процесса СМТ

СМТ-процесс осуществляется только с помощью полностью электронных инверторных источников питания; сварочная система, в принципе, использует современное сварочное оборудование *MIG/MAG*, однако только при выполнении ряда специфических требований. Заслуживает внимания, в первую очередь, высоко-динамичный механизм подачи проволоки, вмонтированный в сварочную горелку. При обнаружении короткого замыкания

источником питания осуществляется возвратное движение сварочной проволоки при одновременном снижении сварочного тока, вследствие чего происходит отделение капли. «Горячая» фаза чередуется с «холодной» до 90 раз в секунду, в результате чего тепловложение в свариваемое изделие существенно сокращается. Вложение тепла в металл осуществляется в момент короткой «горячей» фазы горения дуги; в «холодной» фазе отвода проволоки в формируемую сварочную ванну вводится всего одна капля металла, что обуславливает совершенствование заполнения зазора, исключение необходимости применения подкладки, снижение деформаций, сокращение брызг, а также уменьшение временных затрат на проводимую после сварки механическую обработку [7].

### **1.5 Оборудование и технологии для полуавтоматической сварки компании *ESAB***

Сварка *MIG/MAG* представляет собой одну из форм дуговой сварки в защитной газовой среде, при котором дуга горит между сварочной проволокой (подача и расход которой осуществляются непрерывно) и рабочей поверхностью. Защита дуги и сварочной ванны обеспечивается за счёт активного или инертного газа. Применение данного метода допустимо к большей части свариваемых материалов, а также к большинству видов сварочной проволоки [8].

Сварка *MIG/MAG* представляет собой универсальный процесс, обеспечивающий высокую скорость наплавки при любых положениях. Указанная возможность применяется практически во всех областях, в т.ч. при сварке углеродистых, низко- и высоколегированных сталей, алюминия и никеля. Импульсная сварка *MIG/MAG* используется для соединения деталей из алюминия и высоколегированных сталей. Всё большее распространение

получает сварочная проволока, что обусловлено её значительными преимуществами, наряду с высокими показателями производительности.

Функции [8]:

- *QSet*<sup>TM</sup>, представляющая собой весьма маневренную интеллектуальную систему, которая может эффективно применяться для сварки конструкционной стали с нержавеющей сталью и с алюминием в среде  $CO_2$ , а также в смешанной газовой среде и для пайки *GMA* при высоких температурах. Функция *QSet*<sup>TM</sup> определяет комбинацию используемой проволоки и газа, устанавливая необходимые параметры для получения оптимальных показателей сварочной дуги (в т.ч. за пределами нормального диапазона короткой дуги). Сокращение брызг обеспечивается за счёт оперативного регулирования;

- *TrueArcVoltage*<sup>TM</sup> - точное соблюдение заданных параметров обеспечивает стабильное воспроизведение результатов сварки. При наличии указанной функции оборудование *ESAB* способно измерять параметры не в сварочном аппарате (как это принято), а прямо в точке сварки. За счёт этого обеспечивается надёжный контроль рабочего процесса при применении различных горелок и кабелей разной длины;

- *SuperPulse*<sup>TM</sup> - данная функция даёт возможность в одно и то же время использовать разные типы дуги; основное преимущество данной функции состоит в том, что короткая дуга объединяется со струйным переносом или импульсом различной частоты. Так достигается оптимальный баланс скорости сварки, выделения тепла, характеристик проплавления и уровня производительности наплавки [8].

## 1.6 Заключение

Основываясь на выполненном анализе источников литературы и статей интернет ресурсов, были проанализированы сварочные технологии.

Для дальнейшей работы мы выбираем механизированную сварку в защитном газе с использованием функций, предлагаемых компанией *ESAB*, так как они нацелены на повышение качества сварных соединений, обеспечение контроля сварочного процесса и подбора оптимального режима сварки. Для этого применяется функция *QSet*<sup>TM</sup>, она распознает комбинацию применяемых проволоки/газа и установит оптимальные параметры для получения идеальной сварочной дуги, даже за пределами нормального диапазона короткой дуги.

## **2 Объект и методы исследования**

### **2.1 Описание сварной конструкции**

Изготавливаемое изделие, рама, является несущей конструкцией для погрузчика – экскаватора ПЭ-Ф-1А. Конструкция изделия представлена на чертеже ФЮРА.ПЭ-Ф-1А.121.00.000 СБ. Габаритные размеры изделия: 3220x725x880 мм.

Масса, кг: 335 кг.

Землеройная машина с главной рамой, предназначенной для навески рабочего оборудования спереди и обратной лопаты сзади.

Рама подвергается непосредственному воздействию высоких динамических нагрузок и вибрации. Изделие эксплуатируется в воздушной среде. В процессе эксплуатации возможен ремонт сваркой отдельных частей конструкции.

### **2.2 Требования нормативной документации, предъявляемые к конструкции**

Данная техника, экскаватор-погрузчик ПЭ-Ф-1А относится к ГОСТ Р ИСО 6165-2010 машинам землеройным. Рабочий цикл в режиме экскаватора включает в себя операции копания, подъема, поворота и разгрузки грунта. Рабочий цикл в режиме погрузчика включает в себя наполнение, подъем, транспортирование и разгрузку грунта [9].



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

Кромки под сварку обрабатывают способом, который обеспечивает необходимые формы, размеры, шероховатости, которые указываются в рабочих чертежах.

Размеры и допуски после обработки кромок под сварку должны соответствовать требованиям для дуговой сварки в защитном газе ГОСТ 14771-76 и ГОСТ 23518-79.

Свариваемые кромки и прилегающие к ним зоны металла шириной не менее 20 мм перед сборкой необходимо очистить от грязи, ржавчины, масла, влаги и др.

После кислородной и дуговой резки кромки заготовок необходимо очистить от шлака, брызг, наплывов металла. Точность и качество деталей должно соответствовать ГОСТ 14792-80 «Детали и заготовки, вырезаемые кислородной и плазменно-дуговой резкой. Точность и качество поверхности реза».

Непрямолинейность реза не должна превышать 1 мм, а все наплывы следует удалить и зачистить.

Необходимость механической обработки кромок деталей определяется согласно чертежам и технологической документации.

Если после машинной кислородной резки высота неровностей реза не превышает 0,3 мм, то обработку кромок можно не производить [10].

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

Квалификация рабочего, осуществляющего прихватку деталей конструкций, подлежащих сварке, должна быть аналогична квалификации выполняющего собственно сварку работника. В том случае, если для указанных

операций используются различные технологии, могут быть отличия и в применяемых для сварки материалах.

Если конструкции, по деталям которых осуществляется прихватка, относятся к категории несущих, такая операция должна осуществляться работником, официально аттестованным по правилам Ростехнадзора.

Оптимальное место расположения прихваток – непосредственно швы (кроме тех случаев, когда детали свариваются на время; в дальнейшем места расположения таких прихваток зачищаются); порядок исполнения устанавливается в соответствии с технологией.

Намеченные для выполнения сварки места после операции по сборке следует очистить от окалины и т.п.; при выявлении дефектов прихваток они удаляются, после чего операцию следует повторить [10].

### **2.2.3 Требования, предъявляемые к процессу сборки сварного соединения**

В рамках указанного процесса сборка деталей должна быть точной и соответствовать как предусмотренным нормативами и стандартами требованиям, так и рабочим чертежам. Определённый уровень точности при сборке может быть обеспечен за счёт применения специального оборудования, предотвращающего дефекты и не препятствующего осуществлению необходимых операций.

Указанное оборудование подлежит проверке на регулярной основе, в соответствии с рекомендациями производителя. Все детали (прежде всего – собственно места сварки) непосредственно перед сборкой подлежат очистке (от масла, иных загрязнений, продуктов коррозии и т.п.) и выравниванию.

Уступы и неровности, которые мешают правильной сборке, необходимо обработать. Отклонения от геометрических размеров и формы, а также расположения поверхностей деталей в сборочной единице указаны на

чертежах. Они должны обеспечить свободное перемещение секций крановых стрел относительно друг друга, а при раздвинутой стреле не превышать значений, указанных на чертеже [10].

#### **2.2.4 Требования к сварке корневого валика. Требования к сварке последующих слоев**

Сварку металлоконструкций необходимо производить в помещениях, которые исключают воздействие отрицательных атмосферных условий на качество сварных соединений.

Сварку на открытом воздухе допускается производить при условии применения специальных защитных приспособлений, которые надежно защищают место сварки и свариваемые поверхности от попадания осадков и ветра.

Механизированную сварку в защитных газах необходимо производить проволокой диаметром 1,2 мм, Механизированную сварку в большинстве случаев выполняют с использованием выводных планок. В тех случаях, когда применение выводных планок невозможно, допускается производить сварку без них, но с обязательной заваркой кратера. При полуавтоматической сварке не рекомендуется зажигать дугу на основном металле вне границ сварного шва и выводить кратер на основной металл.

В случае перерыва в процессе сварки допускается возобновление после зачистки концевой участка сварного шва длиной не менее 50 мм и кратера от шлака. Кратер необходимо полностью перекрыть швом.

При двухсторонней сварке первым необходимо проварить корень шва, затем очистить шлак и протекший металл, после чего наложить с обратной стороны основной шов. При многослойной сварке после наложения каждого слоя нужно зачистить швы и свариваемые кромки от шлака, обнаруженные

дефекты необходимо устранить согласно технологии предприятия-изготовителя.

В случаи если применяются закрепления и обратные выгибы для выполнения определенных швов, необходимо их удалить после полного остывания детали. Сварку с закреплением деталей проводить только, если данное закрепление предусмотрено технологическим процессом.

После завершения сварки все швы, а также прилегающую к ним зону основного металла очистить от шлака, брызг, натеков металла, и удалить выводные планки. Удаление выводных планок осуществлять кислородной резкой или механическим путем, после этого торцы швов зачистить. Запрещается удалять выводные планки ударами молотка или кувалды.

Зачистку сварных брызг разрешается не проводить в труднодоступных местах металлоконструкции, если это указано в конструкторской документации.

После выполнения сварки каждый сварщик должен поставить свое клеймо: если одну металлоконструкцию сваривает группа сварщиков, то клеймо ставится рядом с выполненным швом, если сварку выполнял один сварщик, то клеймо ставится один раз в определенном месте, которое предусматривает чертеж или технологическая документация [10].

### **2.2.5 Требования к оформлению документации**

Документы должны оформляться согласно ГОСТ 2.105-2019 ЕСКД (требования к текстовым документам общего характера определены в ГОСТ 3.1502-85, а также в ЕСТД – Единой системе технологической документации). Правила оформления документации на технический контроль установлены ГОСТ 3.1119-83 ЕСТД; требования к комплектности документов, а также к оформлению комплектов документации на отдельные технологические процессы – ГОСТ 3.1407-86 ЕСТД. Требования к оформлению документации на

специализированные технологические процессы по методам сборки закреплены в ГОСТ 3.1705-81 ЕСТД.

## **2.2.6 Требования к контролю**

Требования к контролю устанавливаются на основе РД 36-62-00 [11].

Изготовленные детали, сборочные единицы и готовые грузоподъемные машины должен принять отдел технического контроля предприятия-изготовителя.

Приборы и аппараты, применяемые при контроле размеров и параметров деталей, сборочных единиц и готовых грузоподъемных машин должны пройти государственную или ведомственную проверку и признаны пригодными. ГОСТ 29266-91 контролирует точность измерений параметров.

Из партии деталей приемку должны пройти не менее 10% деталей партии, но не меньше 2. При нахождении хотя бы одной бракованной детали, количество образцов удваивают. Если вновь обнаруживают брак, то приемка проводится на все детали этой партии. Количество проверяемых деталей при приемке устанавливает предприятие-изготовитель и указывает их в технологической или нормативной документации.

Контроль качества сварных соединений стальных конструкций производится:

- ВИК в объеме 100 %;

Визуальный и измерительный контроль, выявляют наружные дефекты, ему подвергаются все швы сварного соединения.

Визуальный и измерительный контроль, проверяют, предварительно очищенную от шлака, брызг, подтеков металла, поверхность сварного шва и прилегающий к нему участок металлоконструкции шириной не менее 20 мм по обе стороны от сварного шва.

Визуальный и измерительный контроль, служит для проверки размеров и форм швов, взаиморасположения сварных деталей и сборочных единиц, перпендикулярность осей, а также смещение кромок. Визуальный контроль сварных соединений проводят невооруженным глазом или при помощи оптических приборов. При осмотре расчетных соединений применяют лупы десятикратного увеличения. Визуальным осмотром выявляют прожоги, непровары корня шва, наплывы, подрезы, незаваренные кратеры, наружные трещины, пористость.

Для измерения размеров швов, которые указаны в конструкторской документации, служат шаблоны и универсальные измерительные инструменты. С целью проверки соответствия прочности и пластичности сварных соединений металлоконструкций проводят механические испытания контрольных образцов. Предприятие-изготовитель устанавливает перечень сборочных единиц, которые необходимо проверить этим способом. Оно также устанавливает периодичность проведения испытаний. Механические испытания проводятся на специализированных предприятиях в соответствии с ГОСТ 6996-66 [11].

Ультразвуковым методом контроля швов сварных соединений проверяют ответственные сварные швы объемом 100%, чтобы полностью выявить дефектные места.

Ультразвуковой метод контроля проводят при неудовлетворительных результатах механических испытаний контрольных образцов.

Основанием для проверки качества швов сварных соединений и технологическая документация, которую разрабатывает предприятие – изготовитель. Ультразвуковой метод контроля проводится в соответствии с ГОСТ 14782 – 86 [12].

## **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 рамы, сборочно-сварочное приспособление.

## **2.4 Постановка задачи**

Целью представленной выпускной квалификационной работы является выявление приобретенного выпускником уровня технической, социальноэкономической, общепрофессиональной и специальной подготовки по направлению 15.03.01 «Машиностроение» профиль «Оборудование и технология сварочного производства».

Задачей выпускной квалификационной работы является разработка технологии сборки-сварки рамы погрузчика – экскаватора ПЭ – Ф – 1А.

Технологический процесс должен обеспечить качество, экономичность, обеспечить оптимальный уровень механизации и автоматизации производства. Изготовление рамы должно быть технологичным.

При выполнении выпускной квалификационной работы необходимо:

- 1) произвести выбор наиболее эффективного метода сварки и сварочных материалов;
- 2) подобрать сварочное оборудование;
- 3) произвести техническое нормирование операций, материальное нормирование;
- 4) необходимо рассчитать состав всех основных элементов производства;
- 5) произвести расчёт и конструирование оснастки;
- 6) разработать участок сборки и сварки рамы.



### 3 Разработка технологического процесса

#### 3.1 Анализ исходных данных

##### 3.1.1 Основные материалы

Изготавливаемое изделие – рама погрузчика – экскаватора ПЭ-Ф-1А.  
Материал деталей стали 10ХСНД, Сталь 10, Сталь 20 и СтЗпс.

Химический состав и механические свойства стали 10ХСНД приведены в таблицах 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1 – Химический состав стали 10ХСНД (ГОСТ 19281-89), % [13]

<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Cu</i>	<i>C</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>As</i>	<i>N</i>
0,80- 1,10	0,50- 0,80	0,60- 0,90	0,50- 0,80	0,40- 0,60	Не более				
					0,12	0,040	0,035	0,08	0,012

Таблица 3.2 – Механические свойства стали 10ХСНД [13]

$\sigma_B$ , МПа	$\sigma_T$ , МПа	$\delta_6$ , %	$KCU_{40}$ МДж/м <sup>2</sup>
510	390	19	44

Химический состав и механические свойства Стали 10 приведены в таблицах 3.3 и 3.4.

Таблица 3.3 – Химический состав стали 10 (ГОСТ 1050-88), % [13]

<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>Ni</i>	<i>Cr</i>	<i>Cu</i>	<i>As</i>	<i>N</i>
0,07 – 0,14	0,17 – 0,37	0,35 – 0,65	Не более						
			0,040	0,035	0,30	0,15	0,30	0,08	0,008

Таблица 3.4 – Механические свойства стали 10 [13]

$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta_6$ , %	$\Psi$ , %	$KCU_{40}$ МДж/м <sup>2</sup>
205	330	31	55	-

Химический состав и механические свойства сталь 20 приведены в таблицах 3.5 и 3.6.

Таблица 3.5 – Химический состав стали 20 (ГОСТ 1050-88) в % [13]

<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>Ni</i>	<i>Cr</i>	<i>Cu</i>	<i>As</i>	<i>N</i>
0,17 –	0,17 –	0,35 –	Не более						
0,24	0,37	0,65	0,040	0,035	0,30	0,25	0,30	0,08	0,008

Таблица 3.6 – Механические свойства стали 20 [13]

$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta_6$ , %	$\Psi$ , %	$KCU_{40}$ МДж/м <sup>2</sup>
245	410	25	55	-

Химический состав и механические свойства стали ст3пс приведены в таблицах 3.7 и 3.8.

Таблица 3.7 – Химический состав стали ст3пс (ГОСТ 535-88) в % [13]

<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>Ni</i>	<i>Cr</i>	<i>Cu</i>	<i>N</i>	
0,14 –	0,05 –	0,40 –	Не более						
0,22	0,15	0,65	0,050	0,040	0,30	0,30	0,30	0,010	

Таблица 3.8 – Механические свойства стали ст3пс [13]

$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta_6$ , %	$\Psi$ , %	$KCU_{40}$ МДж/м <sup>2</sup>
245	370-480	26	-	-

При выборе материала ключевой критерий – это степень свариваемости. Определение указанного понятия должно основываться на физической природе сварочного процесса и соотношения металлов с данными процессами. Сварочный процесс носит комплексный характер и представляет собой, по сути, несколько процессов, которые осуществляются в одно и то же время; из них ключевыми выступают следующие: тепловое воздействие на металл в зонах вблизи швов; плавление; металлургические процессы; кристаллизация металла на участке сплавления. Свариваемость металлов представляет собой, таким образом, соотношение между указанными процессами и характеристиками металлов. Свариваемость может рассматриваться как с технологической позиции, так и с физической [14].

Стали, в соответствии с уровнем свариваемости, делятся на следующие категории [15]:

- 1) хорошо свариваемые;
- 2) удовлетворительно свариваемые;
- 3) ограниченно свариваемые;
- 4) плохо свариваемые.

Свариваемость сталей характеризуется, в первую очередь, такими признаками, как механические качества сварного шва и тенденция к возникновению трещин.

Устойчивость металла к трещинам определяется по предложенной французским специалистом Сеферианом формуле, через эквивалентное содержание С [15]:

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

где символ каждого химического вещества – это его предельное процентное содержание в металле, согласно действующим стандартам или ТУ.

В том случае, если значение  $C_{\text{ЭКВ}}$  превышает 0,45%, для обеспечения устойчивости к трещинам зоны вблизи сварного шва должен использоваться

предварительный подогрев свариваемого металла, а в некоторых случаях – также тепловая обработка после сварки.

Эквивалентное содержание  $C$  для стали 10ХСНД рассчитывается по формуле [15]:

$$C_{\text{экв}}=0,12+(0,5/6)+(0,8/24)+(0,5/10)+(0,6/5)= 0,407\%.$$

Эквивалентное содержание  $C$  для стали 10 рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{экв}}=0,07+(0,35/6)+(0,17/24)+(0,3/10)+(0,15/5)= 0,195\%.$$

Эквивалентное содержание  $C$  для стали 20 рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{экв}}=0,17+(0,35/6)+(0,17/24)+(0,3/10)+(0,25/5) = 0,315\%.$$

Эквивалентное содержание  $C$  для стали СтЗпс рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{экв}}=0,14+(0,4/6)+(0,05/24)+(0,3/10)+(0,3/5) = 0,299\%.$$

Сталь 10ХСНД относится к низколегированным конструкционным (ГОСТ 19281-73) [15]; сталь 10, 20 – к конструкционным углеродистым качественным (ГОСТ 1050-88) [16]; сталь СтЗпс – к углеродистым (ГОСТ 535-88) [16]. Перечисленные стали включаются в 1-ю категорию по показателю свариваемости (хорошо свариваемые). [16] Ограничения свариваемости действуют только в отношении минимально допустимой температуры окружающей среды, которая составляет – 10° С. Это обеспечивается за счёт ускоренного охлаждения шва; наплавленный металл также иногда легируется через сварочную проволоку при помощи незначительного количества марганца и кремния.

### **3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки**

Согласно проведенному обзору литературы выбираем механизированную сварку плавящимся электродом в смеси защитных газов *ISO 14175-M21-ArC-20* по ГОСТ Р ИСО 14175-2010 [17], с применением функции *QSet*<sup>TM</sup>, эта функция распознает комбинацию применяемых проволоки/газа и

установит оптимальные параметры для получения идеальной сварочной дуги, даже за пределами нормального диапазона короткой дуги.

### 3.1.3 Выбор сварочных материалов

Оптимальный выбор сварочной проволоки предусматривает обязательный учёт химического состава свариваемых материалов, к которому должен быть приближен и состав проволоки. Для сварки в защитной газовой среде представляется оптимальным использование сварочной проволоки Св-08Г2С-О ГОСТ 2246-70 (диаметр – 1,2 мм).

Таблица 3.9 – Химический состав проволоки Св-08Г2С-О [18]

C, %	Mn, %	Si, %	Cr, %	Ni, не>%	S, не>%	P, не>%
0,05-0,11	1,8-2,1	0,70-0,95	0,2	0,25	0,025	0,03

Характеристики наплавленного металла:  $\sigma_b = 510$  МПа;  $\delta = 22$  % [19].

Для защиты сварочной ванны и сварочной дуги принимаем смесь защитных газов *ISO 14175-M21-ArC-20* по ГОСТ Р ИСО 14175-2010[17].

Полное обозначение газа или газовой смеси, включающее номер настоящего стандарта и группу индексов (основную группу и подгруппу), идентифицирующих газ или газовую смесь, а также группу индексов, обозначающих все газы, входящие в смесь и объемную долю (в процентах) компонентов, входящих в смесь.

### 3.2 Выбор основного оборудования

Выбираем источники сварочного тока и сварочный аппарат для механизированной сварки в защитном газе. Согласно требуемым условиям

выбираем сварочный полуавтомат *ESAB Origo Mig 5002c* [22], его характеристики приведены в таблице 3.10.

Таблица 3.10 – Технические характеристики полуавтомата *ESAB Origo Mig 5002c* [22]

Характеристики	Значение
1	2
Напряжение питания	380/400-415 В, +/-10%, 3~ 50/60 Гц 230/400-415/440-460/5ф В, +/-10%, 3~ 50/60 Гц
Допустимая нагрузка при <i>MIG/MAG</i>	
коэффициент нагрузки 60%	500 А/39,0 В
100% рабочий цикл	400 А/34,0 В
Допустимая нагрузка при сварке ММА	
коэффициент нагрузки 60%	500 А / 40,0 В
100% рабочий цикл	400 А / 36,0 В
Пределы регулирования сварочного тока	
<i>MIG/MAG</i>	20 А /15,0 В-500 А / 39,0 В
<i>ММА</i>	20 А / 20,8 В-500 А / 40,0 В
<i>MIG/MAG</i> без функции <i>VRD</i>	68,0 В
<i>ММА</i> без функции <i>VRD</i>	62,0 В
Функция <i>VRD</i> деактивирована	56,0 В
Функция <i>VRD</i> активирована	< 35,0 В
Мощность при холостом ходе	550 Вт
с блоком охлаждения	750 Вт
в режиме энергосбережения (15 мин после последней сварки)	60 Вт
Коэффициент мощности при максимальном токе <i>ММА</i>	0,90

Продолжение таблицы 3.10

КПД при максимальном токе <i>ММА</i>	72%
1	2
Напряжение управления	42,0 В, 50/60 Гц
Размеры (Д x Ш x В)	830 x 640 x 835 мм (32,7 x 25,2 x 32,9 дюйма)
Вес	185 кг (407,9 фунтов)
с блоком охлаждения	199 кг (438,7 фунтов)
Рабочая температура	от -10 до +40 °С (от +14 до +104 °F)
Температура для транспортировки	от -20 до +55 °С (от -4 до +131 °F)
Класс защиты корпуса	IP 23
Класс зоны установки	©

1) Пределы регулирования сварочного тока отличаются от тех, которые можно установить на панели.

2) Режим энергосбережения возможен только при сварке *MIG/MAG*.

3) Действительно для источников питания без технических характеристик *VRD* на паспортной табличке.

*Mig 5002c* представляет собой чопперный источник питания с электронным управлением и силой тока, составляющей 180-350 А, используемый для сварки *MIG/MAG*-методом. Данное оборудование оснащено выпрямителями высокой мощности с плавным регулированием и электронным управлением, а также технологией *ESAB TrueArcVoltage™*; оборудование также характеризуется оптимальным соотношением между стоимостью и качеством. Механизм подачи проволоки управляется с помощью 4-х блоков.

Ключевые функции для сварки *MIG/MAG* и *ММА* обеспечиваются за счёт *Origo™ MA23*, обеспечивающего пятнадцать запрограммированных синергетических линий, а также выполнение уникальной функции *QSet™*, представляющей собой систему параметрической автоматизации, при

обеспечении возможности самообучения аппарата для получения максимально качественной короткой дуги.

*Aristo® U6* представляет собой метод сварки *MIG/MAG* импульсного типа, с запрограммированными (и при необходимости подлежащими замене) энергетическими линиями, а также с функцией *QSet™*. Меню представлено как на английском, так и на других языках.

*Aristo® U82 Plus* характеризуется удобным интерфейсом, максимальной функциональностью и широким потенциалом. Даже при управлении в перчатках для сварки доступны 5 функциональных клавиш, клавиши «Меню» и «Ввод», а также три настроечных ролика. Имеется большой ж/к дисплей с крупным шрифтом. На основе данной панели управления возможно создание полностью интегрированных систем. [20]

К числу преимуществ панели можно отнести [20]:

- 5) наличие плавно регулируемых выпрямителей, оснащённых функцией *hot-start*, а также функцией заполнения кратера;
- 6) наличие «умной» системы *QSet*;
- 7) *True Arc Voltage™*, обеспечивающий возможность, при использовании горелок *ESAB*, измерения показателей прямо в точке сварки;
- 8) *U82 Plus*, обеспечивающий возможность сохранения до 250 синергетических кривых;
- 9) наличие возможности передачи между оборудованием и компьютером данных сварки.

### **3.3 Технологические режимы сварки**

Внедряемый сварочный аппарат компании *ESAB* обладает цифровым управлением режимами сварки, зависит от толщины металла, которое самостоятельно подбирает нужный режим в зависимости марки свариваемого металла и диаметра и марки применяемой сварочной проволоки [20].



Таблица 3.11 – Режимы сварки *ESAB Origo Mig 5002c* [21]

Толщина металла, мм	Число проходов	Диаметр проволоки, мм	Сила сварочного тока, А	Напряжение сварки, В	Скорость сварки, м/ч	Вылет электрода, мм	Расход газа л/мин
0,1-1	1	0,5-0,9	30-80	16-18	25-50	8-10	6-7
1,5-2	1	1,0-1,2	80-150	18-23	25-45	10-13	7-9
3	1	1,2-1,4	150-200	23-25	25-40	12-15	8-11
3-4	1-2	1,2-1,6	180-200	25-32	25-75	12-30	8-15
6	1-2	1,2-2,0	200-420	25-36	25-60	12-30	10-16
9-10	1-2	1,2-2,5	300-450	28-38	20-50	12-35	12-16
12-20	1-2	1,2-2,5	380-550	33-42	15-30	12-25	12-16

### 3.4 Выбор оснастки

Под сборочно-сварочной оснасткой подразумевается комплекс инструментов и технических средств, предназначенных для осуществления различных видов работ (слесарных, сборочных, монтажных и т.д.); это обуславливает распространённость термина в таких сферах, как монтаж, строительство, судостроение. За счёт использования сварочного оборудования достигаются следующие результаты: снижается уровень трудозатрат; рост производительности; сокращение производственного цикла; совершенствование условий труда; улучшение качества продукции; расширение технологического потенциала оборудования; расширение комплексных процессов механизации и автоматизации производства и монтажа сварных изделий.

Есть определённые конструкционные требования, предъявляемые к сварочной технике [23]:

10) удобство и простота использования – лёгкий доступ к управлению, зажимным устройствам и местам установки деталей, а также к местам швов и наложения прихваток, возможность для исполнителя находиться в удобной позиции в ходе работы, при минимальном числе наклонов и т.д.;

11) разработка технологии, предусматривающей соблюдение строгой последовательности сборки и наложения швов;

12) надлежащее качество сварного изделия – обеспечение надлежащих характеристик жёсткости и прочности, отсутствие деформации при сварке закрепляемых деталей, сохранение их надлежащего положения;

13) возможность применения для выполнения типовых, стандартных, нормализованных и унифицированных узлов, деталей и механизмов, за счёт чего снижается их себестоимость и временные издержки на проектирование и производство работ, а также повышается ремонтоспособность и т.д.;

14) возможность сборки конструкции в целом с одной установки, при минимизации количества поворотов при сварке и монтаже, а также при возможности свободного съема собранного и прихваченного (либо сваренного) изделия (монтажного приспособления);

15) возможность оперативного отвода тепла от места сварки (с целью снижения коробления), а также возможность задать изделию определённый угол поворота, свободно монтировать и снимать его, наличие свободного контрольного доступа к изделию;

16) обеспечение технологичности аппарата в целом, а также отдельных его деталей и технических узлов;

17) применение средств механизации для загрузки деталей, их подачи, монтажа и снятия, а также выгрузки собранного изделия и т.д.

Сборочные операции при изготовлении сварных конструкций имеют цель – обеспечение правильного взаимного расположения деталей собираемого изделия. Наиболее рационально в данной работе использовать винтовые стяжки

для сборки продольных стыков обечаек. Для предотвращения дефектов формы собираемого изделия дополнительно устанавливаем распорки.

В данной работе для перемещения деталей и узлов по сборочно-сварочному участку используем подвесной кран-балку грузоподъемностью до 2 тонн, в связи с тем, что проектируемое изделие имеет большую массу, а также мостовой кран грузоподъемностью до 5 тонн.

В качестве приспособления для сварки рамы ПЭ-Ф-1А выбран сварочный стол *Demmeler ExpertLine D28-01004-003* [24].

Таблица 3.12 Технические характеристики сварочного стола *Demmeler ExpertLine D28-01004-003* [24]

Грузоподъемность, кг	Максимальная грузоподъемность, кг	Длина стола, мм	Ширина стола, мм	Высота стола, мм	Количество ножек стола
1305	9000	3000	1500	850±30	6

В разработанном технологическом процессе применяется: вал технологический Ø40x800 мм; сборочно-сварочное приспособление ФЮРА.000001.121.00.000 СБ. Спецификация приведена в приложении Б.

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

В современном серийном сварочном производстве, существуют определенные принципы построения маршрута выпуска изделия. Так, при изготовлении продукции, включающей в себя некоторое количество деталей, на

первом этапе из соответствующих элементов изготавливают сборочные единицы. Затем из сборочных единиц производят полную сборку изделия.

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

Заготовительную операцию следует разбить как бы на две подоперации: начальную обработку проката и изготовление деталей. Предварительная обработка металла включает зачистку, правку, вырезку заготовок из проката. Металл, прошедший предварительную обработку, поступает в заготовительное отделение цеха, где последовательно проходит ряд производственных операций по изготовлению деталей.

Сборка должна обеспечить точное взаимное расположение деталей и минимальные зазоры между ними [25].

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

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

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

Важное место в процессе производства изделия занимает операция контроля качества. Управление качеством сварки должно предусматривать контроль всех факторов, от которых зависит качество продукции. Основные из них можно условно сгруппировать как технологические и конструктивные. Служба и система контроля в сварочном производстве должна предусматривать

проверку основных технологических факторов, исходных материалов, оборудования, квалификации рабочих, технологического процесса и т. п.

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

На рисунке 3.1 показана технологическая схема сборки рамы.

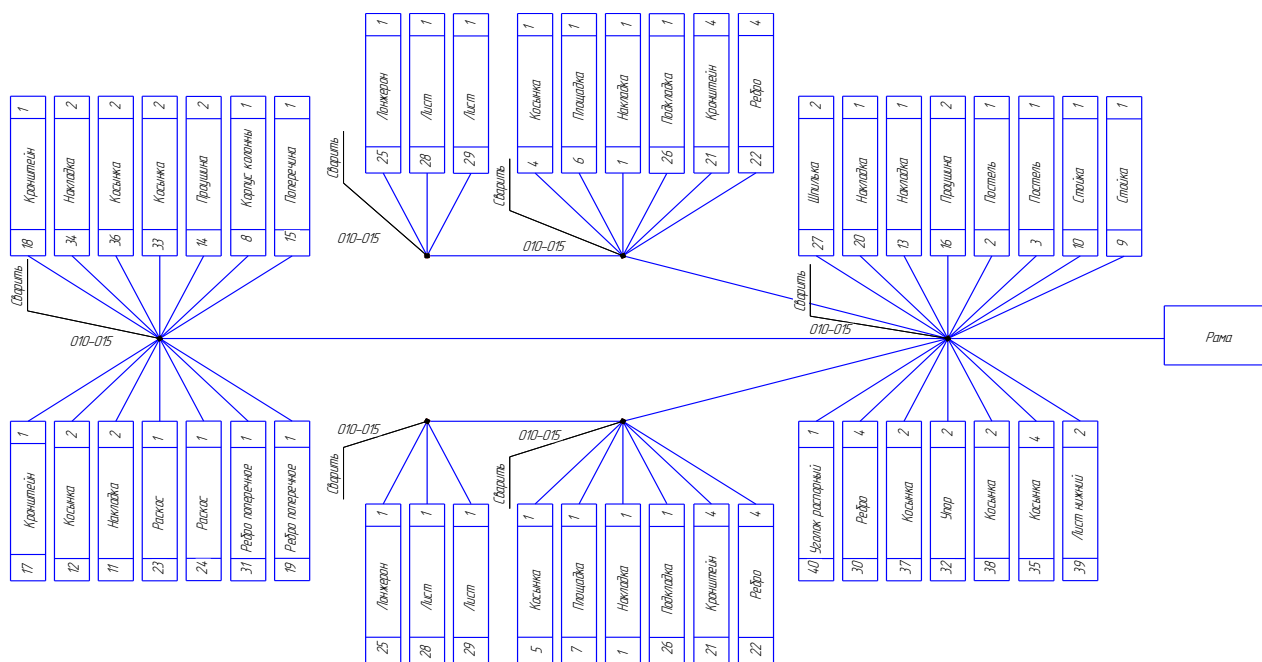


Рисунок 3.1 – Технологическая схема сборки рамы

На листе плакате ФЮРА.000001.121 ЛП представлена технологическая схема сборки рамы.

### 3.6 Выбор методов контроля, регламент, оборудование

В области сварки наиболее значимой проблемой выступает обеспечение высокого качества сварочных работ, поскольку от характеристик сварных соединений во многом зависит надёжность всей конструкции в ходе эксплуатации [26].

Под дефектами сварных швов подразумеваются отклонения от заданных характеристик шва (его формы и сплошности), а также от аналогичных характеристик прилегающей ко шву зоны, вследствие которых снижается прочность изделия в целом и ухудшаются его эксплуатационные качества.

Дефекты подразделяются на допустимые и недопустимые. Как правило, разновидности и параметры допустимых дефектов указываются в соответствующих стандартах или ТУ.

При производстве рамы сварные швы контролируются при помощи визуальных средств; несоответствие шва заданным параметрам и геометрической форме, наличие подрезов, наплывов, прожогов, свищей и пор, трещин и пр. определяется в ходе внешнего осмотра [26].

Осмотр сварных соединений осуществляется при хорошем освещении, либо при помощи лупы, либо невооружённым глазом. Швы обмеряются посредством специальных шаблонов и инструментов.

Операционный контроль сварочных работ обеспечивается мастерами службы сварки и контрольными мастерами СТК.

Ещё до начала работ контролю подлежат [26]:

- наличие допуска к выполнению соответствующего вида работ у исполнителя;
- качество сборки (включая наличие на собранных деталях соответствующей маркировки);
- состояние прилегающих ко шву поверхностей и кромок;
- наличие документального подтверждения пройденного контроля материалов для сварки, а также его положительных результатов;
- состояние сварочного оборудования (либо документальное подтверждение его надлежащего состояния);
- при соответствующем условии, предусмотренном НТД (или ПТД) – температурный режим подогрева деталей перед сваркой.
- Непосредственно в ходе сварки проверке подлежат [26]:
- соблюдение надлежащего режима сварки;

- последовательность осуществления операций;
- параметры швов (в ходе выполнения и по итогу);
- выполнение предусмотренных ПТД специальных требований;
- наличие по окончании сварки клейма сварщика на шве.

Качество швов, соединяющих стальные конструкции, контролируется путём внешнего осмотра, а также посредством измерений, при полной проверке геометрической формы и параметров швов. Требования к результатам контроля качества швов стальных конструкций предусмотрены в пп. 8.56-8.76 СНиП 3.03.01-87.

Параметры самого шва, а также обнаруженных в нём дефектов измеряются с помощью специального инструмента точностью до одной десятой миллиметра либо специальных шаблонов. Внешний осмотр целесообразно проводить с помощью увеличительного стекла (лупы) с не менее, чем пятикратным увеличением.

Недопустимо наличие в сварных швах конструкций трещин любых форм и размеров; при обнаружении трещин их следует ликвидировать и заварить, при обязательном последующем контроле.

Участки пересечения сварных швов, а также те, где посредством внешнего осмотра были обнаружены дефекты, подлежат выборочному контролю с помощью неразрушающих физических методов (проверять следует участок длиной не менее 10 сантиметров). [26]

При изготовлении рамы сварные швы на исходных деталях и готовых изделиях контролируются с помощью методов внешнего осмотра и измерений; таким образом выявляются изъяны исходного материала, отклонения формы деталей и готовых изделий от плановой, видимые дефекты обработки поверхности и швов [26].

Для визуального и измерительного контроля применяют:

Штангенциркуль ШЦ-1-150, лупа измерительная 10х, линейка металлическая, шаблон Ушера–Маршака, образцы шероховатости  $Rz80$ , ИЧТ–100, люксметр, угольник.

Ультразвуковой контроль.

Ультразвуковой контроль сварных соединений должен проводиться в соответствии с инструкцией РДИ 38.18.016-94 [27].

Контроль сварных соединений проводят на поисковой чувствительности, измерение характеристик, выявленных несплошностей (условной протяженности) выполняет на контрольной чувствительности, а оценку допустимости выявленных несплошностей по амплитуде проводят на уровне предельной чувствительности (п.4.19 настоящей инструкции [27]).

Для повышения достоверности контроль сварных швов проводят, как правило, с двух сторон шва. При отсутствии доступа с одной из сторон, контроль выполняют только с одной стороны, а в заключении по результатам контроля обязательно отмечают недоступные для контроля участки.

Для ультра звукового контроля применяют:

Ультразвуковой дефектоскоп А1212 МАСТЕР [28]

### **3.7 Разработка технической документации**

При выполнении на конкретном рабочем месте любого комплекса операций ключевое требование к технологии состоит в соблюдении их оптимального порядка, при применении надлежащей оснастки и технического оборудования.

При этом необходимо придерживаться требований чертежа, соблюдать точность сборки, при минимизации временных затрат на сварку и сборку деталей, подлежащих соединению, а также обеспечении безопасности и надлежащих условий труда. Для соблюдения указанных требований используется надлежащее оборудование для сборки, транспортировки и подъёма, а также средства механизации [25].

Разработка технологии подразумевает [25]:

- расчленение планируемого изделия на детали (единицы сборки);



- определение оптимального порядка выполнения операций по сборке и сварке, транспортировке, контролю и т.д.;

- выбор оптимальных видов технического оборудования, а также методов сварки.

В ходе разработки технологии должны быть обеспечены следующие условия:

- минимизация трудозатрат;
- минимизация временных затрат;
- минимизация необходимых трудовых ресурсов;
- обеспечение максимально эффективного использования вспомогательной техники и производственных ТС;

- минимизация расходов энергетических ресурсов.

Технологический процесс для обеспечения удобного доступа к расчётным данным фиксируется на специальных бланках – ведомостях технологического процесса (именуемых также инструкциями и/или технологическими картами).

После заполнения бланков составляются документы разработки технологии, где должны быть указаны следующие данные [25]:

- название изделия, а также его условное обозначение;
- наименование единицы сборки, а также её номер и условное обозначение;

- количество в конечном изделии данных единиц;
- список входящих в состав изделия единиц;
- наименование производственного участка (цеха);
- место, откуда детали для сварки и сборки должны поступить, а также пункт назначения готового изделия;

- порядок осуществления операций;
- данные относительно каждого из переходов, включающие информацию о сварочном оборудовании, средствах измерения, рабочих инструментах;

- сведения о выбранных методах и режимах сварки;
- данные о численности, специализации и квалификации задействованного персонала;
- нормы расхода материалов (основных и вспомогательных), а также нормативы трудозатрат.

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

Изготовление рамы погрузчика-эксковатора начинается на плите сборочно-сварочной, на которой собираются и свариваются подузел №1 состоящий из лонжерона поз. 25, листов поз. 28 и поз. 29; подузел №2 состоящий из лонжерона поз. 25, листов поз. 28 и поз. 29 (операция 010). Затем к подузлу №1 привариваются косынка поз. 4, площадка поз. 6, накладка поз. 1, подкладка поз. 26 (4 шт.), кронштейны поз. 21 (4 шт.), ребра поз. 22 (4 шт.), болты поз. 41 (4 шт.) (операция 015). Далее к подузлу №2 привариваются косынка поз. 4, площадка поз. 6, накладка поз. 1, подкладка поз. 26 (4 шт.), кронштейны поз. 21 (4 шт.), ребра поз. 22 (4 шт.) (операция 020). Потом подузлы №3 и №4 (операция 025) перемещаются на сборочно-сварочное приспособление ФЮРА.000001.121.00.000 СБ, где на них устанавливаются и привариваются: корпус колонны поз. 8, раскосы поз. 23 и поз. 24, поперечник поз. 15, кронштейн поз. 17, накладка поз. 34 (2 шт.), косынка поз. 36 (2 шт.), ребро поперечное поз. 19, ребро поперечное поз. 31, косынка поз. 12 (2 шт.), косынка поз. 33 (2 шт.), накладка поз. 11 (2 шт.), накладка поз. 14 (2 шт.), кронштейн поз. 18, косынки поз. 33 (2 шт.) (операция 030). Затем (операция 35) сб. ед. снова устанавливается на плиту сборочно-сварочную, где собираются и свариваются шпильки поз. 27 (2 шт.), накладка поз. 20, накладка поз. 13, проушины поз. 16 (2 шт.), постели поз. 2 и поз. 3, стойки поз. 9 и поз. 10, уголок распорный поз. 40, ребра поперечные поз. 30 (4 шт.), косынки поз. 37 (2 шт.), упоры поз. 32 (2 шт.), косынки поз. 38 (2 шт.), косынки поз. 35 (4 шт.), листы нижние поз. 39 (2 шт.) (операция 040). Там же производится слесарная обработка и контроль (операции 045-050).

Технологический процесс производства рамы приведен в приложении В.

### 3.8 Техническое нормирование операций

Целью установления технических норм выступает определение временных издержек для выполнения работы в определённых организационно-технических условиях. На основе технического нормирования проводятся все расчеты при организации и планировании производства. Норма штучного времени для всех форм дуговой сварки [29]:

$$T_{ш} = T_{н.ш-к} \times L + t_{в.ш}. \quad (3.2)$$

где  $T_{н.ш-к}$  обозначает неполное (штучно-калькуляционное) время;

$L$  обозначает длину сварочного шва в соответствии с чертежом;

$t_{в.ш}$  обозначает вспомогательное время, определяемое типом оборудования и готового изделия.

Неполное штучно-калькуляционное время на один метр сварного шва рассчитывается по формуле [29]:

$$T_{н.ш-к} = (T_o + t_{в.ш}) \times \left(1 + \frac{a_{обс.} + a_{отл.} + a_{п-з}}{100}\right), \quad (3.3)$$

где  $T_o$  обозначает основное время сварки;

$t_{в.ш}$  обозначает вспомогательное время, определяемое длиной сварочного шва.

$$T_o = \frac{F_1 \times \gamma \times 60}{I_1 \times \alpha} + \frac{F_n \times \gamma \times 60}{I_n \times \alpha} \times n. \quad (3.4)$$

Время сварки для шва №2 ГОСТ 14771-76 Т1- $\nabla$ 5:

$$T_o = \frac{15,7 \times 7,85 \times 60}{220 \times 15} = 2,24 \text{ мин.}$$

Время сварки для шва №10 ГОСТ 23518-79 Т1:

$$T_o = \frac{20 \times 7,85 \times 60}{280 \times 15} + \frac{44 \times 7,85 \times 60}{300 \times 15} \times 1 = 6,85 \text{ мин.}$$

Определим время на операцию 010.

1. Подузел 1. Масса детали поз. 25  $m_1=67,8$  кг; установка детали кран-балкой на плиту  $t_1= 1,6$  мин.; масса детали поз. 28  $m_2=27$  кг; установка детали кран-балкой на плиту  $t_2= 1,6$  мин.; масса детали поз. 29  $m_3=6,74$  кг; установка детали вручную на плиту  $t_3= 0,38$  мин.; Подузел 2. Масса детали поз. 25  $m_4=67,8$  кг; установка детали кран-балкой на плиту  $t_4= 1,6$  мин.; масса детали поз. 28  $m_5=27$  кг; установка детали кран-балкой на плиту  $t_5= 1,6$  мин.; масса детали поз. 29  $m_6=6,74$  кг; установка детали вручную на плиту  $t_6= 0,38$  мин.

2. Клеймение  $t_7= 2,1$  мин.

3. Найдем время на прихватку:

$$0,15 \times 116=17,4 \text{ мин.},$$

4.  $t_{\text{в.и}} = 1,6+1,6+0,38+1,6+1,6+0,38+2,1+17,4=22,66$  мин.

$$T_{\text{н.ш-к}} = (2,24 + 0,75) \times \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 3,8 \text{ мин.},$$

$$T_{\text{н.ш-к}} = (6,85 + 0,75) \times \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 9,65 \text{ мин.},$$

$$T_{\text{ш}}=3,8 \times 10,504+9,65 \times 0,6+22,66=72,35 \text{ мин.}$$

Аналогично рассчитаем другие операции. Данные расчетов сводим в таблицу 3.13.

Таблица 3.13 – Нормы штучного времени технологических процессов изготовления рамы

№ опер.	Наименование операции	Тшт, мин.
005	Комплектовочная	-
010	Сборочно-сварочная	72,35
015	Сборочно-сварочная	28,29
020	Сборочно-сварочная	20,71
025	Перемещение	2
030	Сборочно-сварочная	45,55
035	Перемещение	2

Продолжение таблицы 3.13

040	Сборочно-сварочная	52,84
045	Слесарная	51
050	Контроль	30
Итого:		300,74

### 3.9 Материальное нормирование

#### 3.9.1 Расход металла

Количество металла, идущего на изготовление изделия определяем по формуле [30]:

$$m_m = m \times k_o, \quad (3.5)$$

где  $m$  – вес одного изделия 335 кг;

$k_o$  – коэффициент отходов,  $k_o = 1,3$  [30];

$$m_m = 335 \times 1,3 = 435,5 \text{ кг},$$

#### 3.9.2 Расход сварочной проволоки

Расчет расхода сварочной проволоки для сварки в смеси газов  $CO_2+Ar$  [34]:

$$M_{эл} = K_{р.п.} \times (1 + \psi_p) \times M_{НО}, \quad (3.6)$$

где  $K_{р.п.}$  – коэффициент расхода проволоки, учитывающий потери её при наладке сварочного аппарата,  $K_{р.п.} = 1,02 \dots 1,03$ ; для механизированной сварки принимаем  $K_{р.п.} = 1,03$  [34];

$\psi_p$  – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки,  $\psi_p = 0,01 \dots 0,15$ , принимаем  $\psi_p = 0,1$  [34];

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

$$M_{ЭП} = 1,03 \times (1+0,1) \times 5,019 = 5,686 \text{ кг.}$$

### 3.9.3 Расход защитного газа

Расчет защитного газа произведем по формуле [34]:

$$Q_{з.г.} = q_{з.г.} \times t_c, \quad (3.7)$$

где,  $q_{з.г.}$  – расход защитного газа 110,7 л;

$t_c$  – время сварки, 17 мин;

$$Q_{з.г.} = 17 \times 110,7 = 1882 \text{ л.}$$

### 3.9.4 Расход электроэнергии

Расход технологической электроэнергии производим по формуле [34]:

$$W_{ТЭ} = \sum \left( \frac{U_c \times I_c \times t_c}{\eta_u} \right) + P_x \times \left( \frac{t_c}{K_u} - t_c \right), \quad (3.8)$$

где  $U_c, I_c$  – электрические параметры режима сварки [21];

$t_c$  – основное время сварки шва;

$\eta_u$  – КПД источника сварочного тока, для источника питания *ESAB Origo Mig 5002c*;

$P_x$  – мощность холостого хода источника [22];

Затраты на технологическую электроэнергию определим по формуле [34]:

$$З_{мэ} = W_{мэ} \times Ц_{э.э.}, \quad (3.9)$$

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

$Ц_{э.э.}$  – цена 1 кВт·ч электроэнергии,  $Ц_{э.э.} = 12,14$  руб/кВт·ч;

$$W_{ТЭ} = \frac{28 \times 280 \times 0,184}{0,82} + \frac{29 \times 300 \times 1,66}{0,82} + 0,4 \times \left( \frac{1,845}{0,7} - 1,845 \right) = 29,640 \text{ Вт} \cdot \text{ч},$$

$$З_{ТЭ} = 29,640 \times 12,14 = 359,82 \text{ руб.}$$

## **4 Конструкторский раздел**

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

В развитии НТП одно из самых перспективных направлений состоит во внедрении комплексной автоматизации и механизации процессов производства, в т.ч. сварочных процессов, характеризующихся, прежде всего, несоответствием объёмов операций основного и вспомогательного характера. По показателям трудоёмкости на операции сварки как таковые приходится не более одной трети общего объема работ по сварке и сборке, тогда как оставшийся объём работ приходится на сборку, транспортировку, а также вспомогательные операции, которые автоматизируются посредством применения механического оборудования для сварки. Таким образом, в общем комплексе автоматизации (механизации) сварочного производства на механическое оборудование приходится до  $\frac{3}{4}$  от цехового оборудования в целом [31].

В данной выпускной квалификационной работе в технологическом процессе принимаем стандартно сборочно–сварочное приспособление ФЮРА.000001.121.00.000 СБ, применяем упоры и эксцентриковый зажим для крепления деталей, а также откидные шаблоны, за счёт которых обеспечивается надлежащее положение деталей в пространстве.

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

В приспособлении применяем эксцентриковые зажимы для фиксации свариваемых деталей сборочной единицы. Время закрепления и раскрепления зажимов составляет 0,7...2,0 сек.

Усилие, прикладываемое на рукоятке эксцентрика, принимается равным

150.. .200 Н.

Для надежного закрепления детали должно выполняться условие самоторможения эксцентрика [32]:

$$P_e \leq F_{TP} \times \frac{D}{2} + F'_{TP} \times \frac{d}{2}, \quad (4.1)$$

где  $e$  - эксцентриситет, мм;

$D$  - диаметр эксцентрика, мм;

$d$  – диаметр оси вращения кулачка, мм;

$F_{TP}$  - сила трения в контакте, кулачок - деталь, Н;

$F'_{TP}$  - сила трения на оси вращения кулачка. Н.

Сила трения равна произведению коэффициента трения  $f$  на усилие  $P$  в контакте. Таким образом [32]:

$$F_{TP} = f \times P, \quad (4.2)$$

Силой трения на оси вращения кулачка можно пренебречь, тогда условие самоторможения будет выражаться следующим образом [32]:

$$P_e \leq f \times P \times \frac{D}{2}, \quad (4.3)$$

Коэффициент трения по стали при сухой и чистой поверхности равен 0,8, при мокрой - 0,16.

При зажатии детали с чистой и сухой поверхностью условие самоторможения будет выглядеть следующим образом [32]:

$$e \leq 0,8 \times \frac{D}{2}, \quad (4.4)$$

Сравнивая полученные условия самоторможения, можно сделать вывод, что при зажатии деталей с загрязненными поверхностями угол поворота эксцентрика будет очень мал ввиду уменьшения эксцентриситета по условию самоторможения. Величина эксцентриситета обычно задается в пределах 3...6 мм, а диаметр эксцентрика – 40...80 мм. Длина плеча  $L$  в зависимости от конструкции приспособления обычно принимается равной 250...350 мм. Рабочая поверхность эксцентриков должна быть износостойкой, т. к. она



подвержена сильному истиранию, поэтому эксцентрики изготавливают из закаленной стали [32].

Ширину эксцентрика принимаем равной высоте фиксируемой детали.

$$e = 0,8 \times \frac{111}{2} = 44,4,$$

$$P_e = 0,8 \times 200 \times \frac{111}{2} = 8880 \text{ Н},$$

### 4.3 Порядок работы приспособлений

Приспособление ФЮРА.000001.121.00.000 СБ служит для фиксации подузлов №3 и №4, а также раскосов поз. 23 и поз. 24. Подузлы №3 и №4 устанавливаются по платикам приспособления поз. 7 и по универсальным стопорам поз. 10, эксцентриковыми прижимами поз. 5 и поз. 6, при этом обеспечиваются р-ры  $792 \pm 5$  и 634 мм. Корпус колонны поз. 8 устанавливается трубе поз. 8, раскосы поз. 23 и поз. 24 фиксируются шаблонами откидными поз. 4.

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

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

По возможности, расположение самого цеха, а также всех его производственных подразделений, подсобных, бытовых и административных помещений должно соответствовать требованиям, которые предъявляются к выполняемым на базе различных участков цеха производственным процессам.

В основном, указанные требования базируются на специфических особенностях изготавливаемых сварных конструкций, а также выбранных для их изготовления методов. Кроме того, такие требования основываются на типе производства и его организационной специфике, а также на уровне производственной связи между основными и вспомогательными участками и отделами цеха [31].

При составлении проекта сварочно-сборочного участка для изготовления рамы представляется целесообразным принять за основу производственную модель с продольно направленным производственным потоком (т.е. совпадающим по направлению с заданным на плане цеха производственным потоком). Перемещение материалов, единиц сборки и готовых изделий в этом случае осуществляется с помощью кран-балки для продольного потока и с помощью мостового крана (автокаров) – для поперечного.

### **5.2 Расчет основных элементов производства**

В число основных элементов производства входят: производственный персонал, ИТР, сотрудники контроля, материалы, производственное оборудование, а также энергетические ресурсы [22].

## 5.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования

Необходимое число оборудования рассчитаем по формуле [25]:

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

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

$\Phi_D$  – действительный фонд рабочего времени, ч [25]:

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

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

$T$  – длительность одной операции, мин.

– для операций 010-020, 040-050:

$$T_r = 500 \times \frac{72,35 + 28,29 + 26,71 + 52,84 + 51 + 30}{60} = 2177 \text{ ч.},$$

$\Phi_H$  – номинальный фонд рабочего времени в две смены равен 3952 часа, найдем действительный отняв от номинального процент потерь времени [25]:

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

$$n_p = \frac{2177}{3754} = 0,579,$$

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

Найдем коэффициент загрузки оборудования [25]:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p'} = \frac{0,579}{1} = 0,579.$$

– для операции 030:

$$T_r = 500 \times \frac{45,55}{60} = 380 \text{ ч.},$$

$$n_p = \frac{380}{3754} = 0,1,$$

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

Найдем коэффициент загрузки оборудования [25]:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p'} = \frac{0,1}{1} = 0,1.$$

### 5.2.2 Определение состава и численности рабочих

Суммарные временные затраты на реализацию плана выпуска продукции на год (в часах) рассчитываются по следующей формуле [25]:

$$\Sigma T_r = 2177 + 380 = 2556 \text{ ч.}$$

$\Phi_H$  – номинальный фонд рабочего времени равен 1976 часов, найдем действительный, отняв от номинального процент потерь времени [25]:

$$\Phi_D = \Phi_H - 12\% = 1976 - 12\% = 1734 \text{ ч.},$$

Определим количество рабочих явочных [20]:

$$P_{ЯВ} = \frac{T_R}{\Phi_H} = \frac{2556}{1976} = 1,29. \quad (5.3)$$

Примем число сварщиков равным  $P_{ЯВ} = 2$ . В первую смену работает 1 человек, а во вторую смену работает 1 человек.

Определим количество рабочих списочных:

$$P_{СП} = \frac{T_R}{\Phi_D} = \frac{2556}{1734} = 1,47. \quad (5.4)$$

Количество сварщиков принимается как 2.

Численность вспомогательных рабочих составляет 25 процентов от численности основного персонала и составляет 1. Численность ИТР также равна 1, что составляет 8% от общей численности производственного персонала. Численность персонала административной и счётной службы также составляет 1, т.е. 3% от общего количества производственного персонала. Численность МОП составляет 1, т.е. 2% от общего объёма производственного персонала. Численность подразделения контроля качества выпускаемой продукции составляет 1, т.е. 1% от общего объёма производственного персонала.

## **5.3 Пространственное расположение производственного процесса**

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

Рациональное пространственное расположение предусмотренных проектом производственных элементов и процессов предполагает заблаговременную подготовку чертежей цеха, в т.ч. в разрезе [33].

В состав цехов сварки и сборки, относящихся к любой отрасли сварочного производства, могут входить следующие отделы:

- подразделения производственные: отдел по заготовке включает участки правки металла, газопламенной и станочной обработки, штамповки, очистки и др.;

- подразделение сварки и сборки, которое, в свою очередь, в большинстве случаев разделяется на участки общей и узловой сварки и сборки, включающие зоны сборки и сварки, тепловой обработки, пайки, наплавки, тестирования и устранения дефектов и т.д.;

- подразделения вспомогательные включают: склад металла, промежуточный склад незавершённого производства (включающий участок комплектации), участки межоперационного хранения, склад готовой продукции (включающий зоны контроля, упаковки и погрузки), различные кладовые (электродов, газовых баллонов, приспособлений и инструмента, запчастей и т.д.), мастерская по изготовлению шаблонов, отдел ремонта, трансформаторные подстанции и пр.;

- помещения администрации, а также бытовые помещения для работников (включая медпункт, гардероб, уборные и душевые, буфет и т.д.). [32]

В ходе составления проекта отдельного цеха или завода в целом следует обеспечивать непосредственные производственные связи между участками производства, а также исключать обратное движение материальных потоков.

На сварочном участке расположены одно сборочно-сварочное приспособление, сборочно-сварочная плита, сварочный полуавтомат *ESAB Origo Mig 5002c*, перемещение деталей осуществляется кран-балкой  $Q=2$  т и краном мостовым  $Q=5$  т перемещаются готовые изделия.

## **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 погрузчика – экскаватора ПЭ-Ф-1А.

Изготавливаемое изделие, рама, является несущей конструкцией для погрузчика – экскаватора ПЭ-Ф-1А.

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

Показатель приведенных затрат является обобщающим показателем.

В разработанном технологическом процессе применим приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.121.00.000 СБ, на котором для крепления деталей используются упоры, эксцентриковые прижимы, шаблоны откидные, обеспечивающие необходимое пространственное положение деталей. Для дальнейшей сборки применяется плита сварочная.

Применим современное сварочное оборудование: сварочный полуавтомат *ESAB Origo Mig 5002c* [22].

Проведем технико-экономический анализ разработанного технологического процесса. Нормы штучного времени разработанного технологического процесса изготовления рамы приведены в таблице 3.13.

Определение приведенных затрат производят по формуле [34]:

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

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

$E_n$  – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений,  $E_n$  (руб/год)/руб;

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

### 6.2.1 Расчет капитальных вложений в производственные фонды

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

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

где  $K_o$  – стоимость сварочного оборудования;

$K_n$  – стоимость приспособлений;

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

$K_{зд}$  – 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 [25]:

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

где  $C_{oi}$  – 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.

Цены на оборудование берутся за 06.05.2021 (смотри таблицу 6.1).

Таблица 6.1 – Оптовые цены на сварочное оборудование [35]

Наименование оборудования	Ц <sub>о</sub> , руб
ESAB Origo Mig 5002c 2 шт.	383588

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
ESAB Origo Mig 5002c 2 шт.	767176
Итого	767176

Капитальные вложения в приспособления найдем по формуле [25]:

$$K_{\text{пр}} = \sum_{j=1}^m K_{\text{пр}j} \times \Pi_j \times \mu_{\text{п}j}, \quad (6.4)$$

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

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

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

Капитальные вложения в приспособления приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Капитальные вложения в приспособления

Наименование оборудования	Ц <sub>пр</sub> , руб	С <sub>п</sub> , шт	К <sub>пр</sub> , руб/ед.год
Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.121.00.000 СБ	319000	1	319000
Плита сварочная	110000	1	110000

Продолжение таблицы 6.3

ИТОГО			429000
-------	--	--	--------

### 6.2.1.2 Капитальные вложения в подъемно-транспортное оборудование

Капитальные вложения в кран-балку грузоподъемностью  $Q = 2$  т. определяют по формуле:

$$K_{n.o.} = C_{n.o.} \times n_{n.o.}, \quad (6.5)$$

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

$n_{n.o.}$  – количество подъемно-транспортного оборудования, ед.

$$K_{n.o.} = 185000 \times 1 = 185000 \text{ руб.}$$

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

Капитальные вложения в здание определяется по формуле [34]:

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

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

Для предлагаемого технологического процесса:  $S = 89,255 m^2$ ,

$K_f$  – коэффициент, учитывающий дополнительную площадь, равен 1,8 (так как известна полная площадь участка сборки-сварки,  $K_f=1$  [34]);

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

$C_{зд}$  – стоимость  $1m^3$  здания на 06.05.2021 составляет,  $C_{зд}=94$  руб/ $m^3$ .

$$K_{зпп}=89,255 \times 1 \times 12 \times 94=100680 \text{ руб.}$$

## 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 [25]:

$$C = N_2 \times (C_m + C_{с.м.} + C_{зп.сд.} + C_{эс} + C_{об} + C_n), \quad (6.7)$$

где  $C_m$  – затраты на основной материал, руб;

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

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

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

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

$C_n$  – затраты на содержание помещения, руб.

### 6.2.2.1 Определение затрат на основные материалы

Затраты на металл, идущий на изготовление изделия определяем по формуле [25]:

$$C_m = m_m \times k_{т.з.} \times C_{м.р} - H_o \times C_o \text{ руб./изд.}, \quad (6.8)$$

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

$C_m$  – средняя оптовая цена стали 10ХСНД, Сталь 10, Сталь 20 и Ст3пс, на 06.05.2021, руб./кг:

- для стали 10ХСНД  $C_m = 33$  руб./кг, при  $m_m = 327,3 \times 1,3 = 425,49$  кг;

- для Сталь 10  $C_M=47$  руб./кг, при  $m_M=3,6 \times 1,3= 4,68$  кг;
- для Сталь 20  $C_M=43$  руб./кг, при  $m_M=2,9 \times 1,3= 3,77$  кг;
- для стали СтЗпс  $C_M=30$  руб./кг, при  $m_M= 1,2 \times 1,3= 1,56$  кг;

$k_{т.з.}$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении материалов  $k_{т.з.}=1,04$  [25].

$H_0$  – норма возвратных отходов,  $H_0 = m_M \times 0,3 = (1,2+3,6+2,9+327,3) \times 0,3 = 100,5$  кг/шт;

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

Коэффициент потерь материала на отходы составляет 1,3 [25].

$$C_M=1,04 \times (1,56 \times 30 + 4,68 \times 47 + 3,77 \times 43 + 425,49 \times 33) - 100,5 \times 20 = 12863,83 \text{ руб/изд.}$$

### 6.2.2.2 Определение затрат на сварочные материалы

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле [34]:

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

где  $G_d$  – масса наплавленного металла электродной проволоки и электродов, кг:  
 $G_d = 5,019$  кг – для проволоки Св-08Г2С-О для разработанного технологического процесса;

$k_{nd}$  – коэффициент, учитывающий расход сварочной проволоки (электрода) [16],  $k_{п.с.} = 1,03$  [33];

$\psi_p$  – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки [16],  $\psi_p = 1,01 \dots 1,15$ , принимаем  $\psi_p = 1,1$  [34];

$C_{п.с.} = 380$  – стоимость сварочной проволоки Св-08Г2С-О, руб/кг на 06.05.2021.

$$C_{н.с.опред.} = (5,019 \times 380) \times 1,03 \times 1,1 = 2160 \text{ руб.}$$

Затраты на защитную смесь газов определяем по формуле [34]:

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

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.,  $T_0 = 2,82 \text{ ч}$ .

$$C_{з.з.} = 1,02 \times 62,52 \times 2,82 = 179,93 \text{ руб/изд.}$$

### 6.2.2.3 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле [34]:

$$C_з = t_k \times ЧТС \times K_{доп} \times K_{д.з.} \times K_c \quad (6.11)$$

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

ЧТС – часовая тарифная ставка на 06.05.2021, руб/ч., ЧТС– 74,85 руб. [34];

$K_{доп}$  – коэффициент, учитывающий доплаты и премии к тарифной заработной плате, равен 1,4 [34];

$K_{д.з.}$  – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату, равен 1,2 [34];

$K_c$  – 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 [34].

$$C_з = 5,11 \times 74,85 \times 1,4 \times 1,2 \times 1,3 = 1086,44 \text{ руб/изд.}$$

### 6.2.2.4 Определение затрат на силовую электроэнергию

Затраты на технологическую электроэнергию найдем по формуле [34]:

$$C_{э.с.} = W_{тэ} \times \Pi_э, \quad (6.12)$$

где  $\Pi_э$  – средняя стоимость электроэнергии,  $\Pi_э = 12,14 \text{ руб}$ .

Расход технологической электроэнергии найдем по формуле [34]:

$$W_{TЭ} = \sum \left( \frac{U_c \times I_c \times t_c}{\eta_U} \right) + P_x \times \left( \frac{t_c}{K_U} - t_c \right), \quad (6.13)$$

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

$t_c$  – основное время сварки шва;

$\eta_U$  – КПД источника сварочного тока;

$P_x$  – мощность холостого хода источника;

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

производства ( $K_U$  можно выбрать по таблице 3.2.2 [34]).

Расход технологической электроэнергии (расчитано в подзаголовке 3.9.4)  $W_{TЭ} = 29,640$  кВт.

$$C_{э.с.} = 29,640 \times 5,63 = 359,82 \text{ руб.}$$

### 6.2.2.5 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 [34]:

$$C_{об} = \frac{K_o \times n_o}{T_o \times N_2} + \frac{K_{II} \times n_{II}}{T_{II} \times N_2} + \frac{K_{II.O} \times n_{II.O}}{T_{II.O} \times N_2}, \quad (6.15)$$

где  $K_o$  – стоимость основного сварочного оборудования;

$T_o$  – срок службы основного сварочного оборудования,  $T_o = 5$  лет [34];

$K_{\Pi}$  – стоимость приспособлений;

$T_{\Pi}$  – срок службы приспособлений,  $T_{\Pi} = 5$  лет [34];

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

$T_{\Pi.о.}$  – срок службы подъемно-транспортного оборудования,  $T_{\Pi.о.} = 20$  лет [34].

$$C_{об} = \frac{(383588) \times 2}{5 \times 500} + \frac{319000 \times 1 + 110000 \times 1}{5 \times 500} + \frac{185000 \times 1}{20 \times 500} = 496,97 \text{ руб.},$$

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 [34]:

$$C_{рво} = \frac{(K_O \times n_o + K_{\Pi} \times n_{\Pi} + K_{\Pi.о} \times n_{\Pi.о}) \times k_{рво}}{N_z}, \quad (6.16)$$

где  $k_{рво}$  – коэффициент ремонта и обслуживания принимается в размере 3% от стоимости оборудования.

$$C_{рво} = \frac{[(383588) \times 2 + 319000 \times 1 + 110000 \times 1 + 185000 \times 1] \times 0,03}{500} = 82,87 \text{ руб.},$$

#### 6.2.2.6 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 [34]:

$$C_n = \frac{S \times k_{сн} \times \Pi_{ср.зд}}{N_z}, \quad \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.17)$$

где  $S$  – площадь сварочного участка,  $\text{м}^2$ ,  $S = 89,255 \text{ м}^2$ ;

$k_{сн}$  – коэффициент на содержание и ремонт помещения,  $k_{сн} = 0,08$  [34].

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

$$C_n = \frac{89,255 \times 0,08 \times 250}{500} = 3,57 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

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	12863,83
2	Затраты на сварочные материалы	
2.1	Затраты на электроды	-
2.2	Затраты на сварочную проволоку	2160
1	2	3
2.3	Затраты на защитный газ	179,93
2.4	Стоимость флюса	-
3	Заработная плата	
3.1	Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих с отчислениями на социальное страхование	1086,44
4	Затраты на электроэнергию	359,82
6	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования и помещений	
6.1	Амортизационные отчисления	496,97
6.2	Затраты на текущий ремонт и обслуживание	82,87
6.3	Затраты на содержание помещения	3,57
ИТОГО технологическая себестоимость:		17485,39



### 6.3 Расчет технико-экономической эффективности

Определим себестоимость продукции:

$$C=500 \times (12863,83+2160+179,93+1086,44+166,88+0,35+496,97+82,87+3,57)= \\ =8520420 \text{ руб/изд. год,}$$

Определим капитальные вложения:

$$K=767176+429000+185000+100680=1481856 \text{ руб/изд. год,}$$

Определим количество приведенных затрат:

$$Z_n = 8520420 + 0,15 \times 1481856 = 8742698 \text{ руб/изд. год.}$$

### 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	10,77
3	Количество оборудования, шт.	2
4	Количество производственных рабочих, чел	2
5	Норма расхода материала, кг	936
6	Количество приведенных затрат, (руб./изд.)·год	8742698
7	Себестоимость одного изделия, руб/изд.	17485,39

Вывод. В ходе исследования финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения были определены цены на оборудование, приспособления, основные и вспомогательные материалы;

рассчитаны капитальные вложения в сварочное оборудование, приспособления и помещение, так же затраты на основной металл, сварочную проволоку, защитный газ, сжатый воздух, зарплату рабочим, расходы на электроэнергию, амортизацию и ремонт оборудования и приспособлений, затраты на содержание помещений; в ходе чего мы получили следующие цифры:

- капитальные вложения 1481856 руб;
- себестоимость продукции 8520420 руб·изд./год.

В результате проведенных расчетов было определено количество приведенных затрат 8742698 руб/изд. год.

## 7 Социальная ответственность

### 7.1 Описание рабочего места

На участке производится сборка и сварка рамы. 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:

- *ESAB Origo Mig 5002c* 2 шт.
- приспособление сборочно-сварочное 1 шт.

ФЮРА.000001.121.00.000 СБ

- плита сборочно-сварочная 1 шт.

Перемещение изделия производят краном мостовым грузоподъемностью 5 т.

Изготавливаемое изделие, рама, является несущей конструкцией для погрузчика – экскаватора ПЭ-Ф-1А.. Масса рамы составляет 335 кг.

В качестве материала этих деталей используют стали следующих марок: 10ХСНД, Сталь 10, Сталь 20 и Ст3пс. Сварка производится в смеси защитных газов *ISO 14175-M21-ArC-20* по ГОСТ Р ИСО 14175-2010 сварочной проволокой Св-08Г2С-О диаметром 1,2 мм.

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

Завоз деталей в цех и вывоз готовой продукции осуществляется через ворота (2шт.) автомобильным транспортом, также через одни ворота проложено железнодорожное полотно, т.е. имеется возможность доставки и

вывоза грузов железнодорожным транспортом. Вход в цех и выход из него осуществляется через две двери.

На случай пожара цех оснащен запасным выходом и системой противопожарной сигнализации. Все работы производятся на участке с площадью  $S = 89,225 \text{ м}^2$ .

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

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

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

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

травматизму и конкретные условия работы на предприятии).

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

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

К нормативным документам относятся:

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

6. Правила устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат, 1998.
7. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. М.: Энергоатомиздат, 1994.
8. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
9. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. М.: Информ.-издат. центр Минздрава России, 1997.
10. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548096. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996.

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

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

#### **1. Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.**

При данном процессе сварки в воздух рабочей зоны выделяется до 031 мг/м<sup>3</sup> пыли с содержанием в ней марганца до 13,7 процентов (ПДК 0,1-0,2 мг/м<sup>3</sup>), а также CO<sub>2</sub> до 0,5÷0,6%; CO до 160 мг/м<sup>3</sup>; окислов азота до 8,0 мг/м<sup>3</sup>; озона до 0,36 мг/м<sup>3</sup> (ПДК 0,1 мг/м<sup>3</sup>); оксидов железа 7,48 г/кг расходуемого материала; оксида хрома 0,02г/кг расходуемого материала (ПДК 1 мг/м<sup>3</sup>) [36, 37].

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

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

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

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

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

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

Пыль, попадающая на слизистые оболочки глаз, вызывает их раздражение, конъюнктивит. Оседая на коже, пыль забивает кожные поры, препятствуя терморегуляции организма, и может привести к дерматитам, экземам. Некоторые виды токсической пыли (известки, соды, мышьяка, карбида кальция) при попадании на кожу вызывают химические раздражения и даже ожоги [38].

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

Каждое рабочее место также оборудуется вытяжным отсосом-зонтом,

открытой конструкцией, всасывающее отверстие которой приближено к источнику выделений. Средняя скорость поступающего воздуха в проеме составляет 0,3÷3 метров в секунду [39].

Определим количество конвективного тепла выделяемого источником [39]:

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

где  $S$  – площадь, через которую поступает воздух,  $\text{м}^2$ ;

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

Найдем площадь, через которую поступает воздух по формуле:

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

где  $A$  и  $B$  – ширина и длина зонта, расчеты этих параметров произведем согласно методичке [41];

$n$  – количество зонтов.

Определим количество конвективного тепла выделяемого источником [41]:

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

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

$$Q = 1,5 \times \sqrt{350 + 15} = 28,7 \text{ Вт}.$$

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

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

Найдем размеры вытяжного зонта:

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

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

$$S = 3,6 \times 3,66 \times 2 = 26,35 \text{ м}^2,$$

$$L_M = 26,35 \times 0,2 = 5,27 \text{ м}^3 \times \text{с},$$

Из расчета видно, что объём воздуха удаляемый от местных отсосов составляет  $L_M = 18970 \text{ м}^3 \times \text{ч}$ .



В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор радиальный ВР 300-45-8 с двигателем АИР250М8 37 кВт 740 об/мин.

Кинематическая схема вентиляции представлена на рисунке 7.1

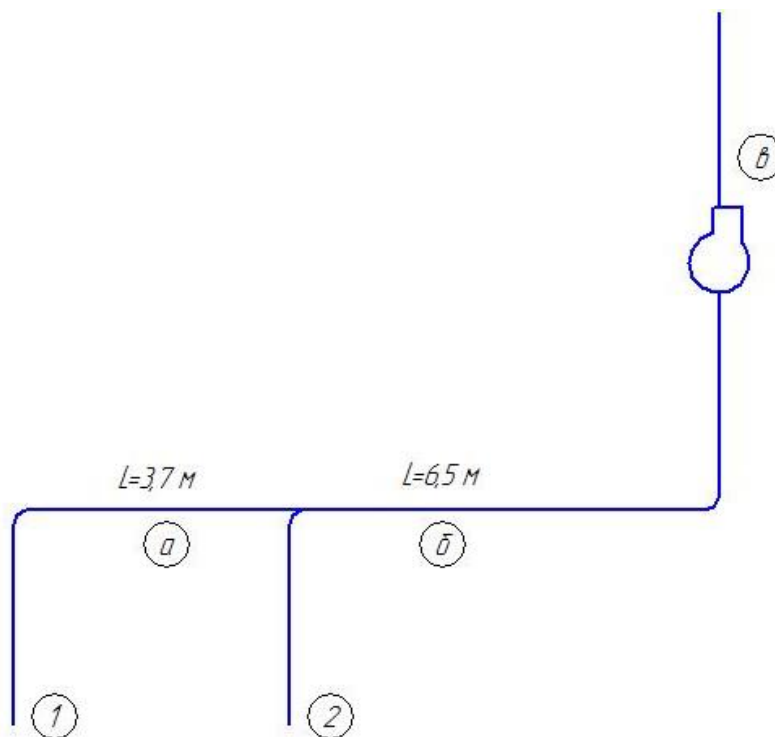


Рисунок 7.1 Кинематическая схема вентиляции

Рассчитаем диаметр воздуховодов.

Сначала рассчитаем расход воздуха:

$$L_{M1} = 18970 \times 2/2 = 18970 \text{ м}^3 \times \text{ч},$$

Определим диаметр воздуховода по формуле [33]:

$$D = 1,13 \times \left( \frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \times \left( \frac{18970}{0,2} \right)^{1/2} = 348 \text{ мм}, \quad (7.6)$$

2. Производственный шум.

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

- *ESAB Origo Mig 5002c*;
- вентиляция;
- сварочная дуга;

- слесарный инструмент: молоток ( $m = 2$  кг) ГОСТ 2310-77, шабер, угловая шлифовальная машинка электрическая ГОСТ 12.2.013.3-2002, молоток рубильный МР – 22.

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

Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности приведены в таблице 7.1 [42].

Таблица 7.1 – Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности в дБА

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

Шум неблагоприятно воздействует на работающего: ослабляет внимание, увеличивает расход энергии при одинаковой физической нагрузке, замедляет скорость психических реакций, в результате снижается производительность труда и ухудшается качество работы [42].

Мероприятия по борьбе с шумом.

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

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

### 3. Статическая нагрузка на руку.

При сварке в основном имеет место статическая нагрузка на руки, в результате чего могут возникнуть заболевания нервно-мышечного аппарата плечевого пояса. Сварочные работы относятся к категории физических работ средней тяжести с энергозатратами  $172 \div 293$  Дж/с ( $150 \div 250$  ккал/ч) [38].

Нагрузку создает необходимость держать в течение длительного времени в руках горелку сварочную (весом от 3 до 6 кг) при проведении сварочных работ, необходимость придержать детали при установке и прихватке и т. п. Для снижения нагрузки следует применять сборочные приспособления [43].

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

В производственной обстановке рабочие, находясь вблизи расплавленного или нагретого металла, горячих поверхностей подвергаются воздействию теплоты, излучаемой этими источниками. 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.

## 5. Вибрация.

Вибрация представляет собой механическое колебательное движение, простейшим видом которого является гармоническое (синусоидальное) колебание.

По способу передачи принято различать вибрацию локальную, передаваемую через руки (при работе с ручными машинами, органами управления), и общую передаваемую через опорные поверхности или стоящего человека.

### Местная вибрация.

По источнику возникновения локальные вибрации подразделяются на передающиеся от:

- ручных машин с двигателями (или ручного механизированного инструмента), органов ручного управления машинами и оборудованием;
- ручных инструментов без двигателей (например, рихтовочные молотки разных моделей) и обрабатываемых деталей.

Вибрацию создают пневматические шлифмашинки.

### 7.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке

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

Система общего освещения сборочно-сварочного участка должна состоять из 8 светильников типа С 3-4 с ртутными лампами ДРЛ мощностью 250 Вт, построенных в 2 ряда по 4 светильника.

## 7.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производённой среды

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

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

Горение сварочной дуги сопровождается излучением видимых ослепительно ярких световых лучей и невидимых ультрафиолетовых и инфракрасных лучей. Видимые лучи ослепляют, так как яркость их превышает физиологическую переносимую дозу. Короткие ультрафиолетовые лучи даже при кратковременном воздействии могут вызвать электроофтальмию. Инфракрасные лучи главным образом обладают тепловым эффектом, их интенсивность зависит от мощности дуги.

Тепловая радиация на рабочем месте может в целом составлять  $0,5-6 \text{ кал/см}^2 \cdot \text{мин}$  [44].

### 2. Защита от сварочных излучений.

Для защиты глаз и лица сварщиков используются специальные щитки и маски. Для защиты глаз от ослепляющей видимой части спектра излучения, ультрафиолетовых и инфракрасных лучей в очках и масках должны применяться защитные светофильтры. Марка светофильтра выбирается в зависимости от силы сварочного тока. В нашем случае применим стекла серии ЭЗ (200-400 А).

Маска из фибры защищает лицо, шею от брызг расплавленного металла

и вредных излучений сварочной дуги.

Спецодежда по ГОСТ 12.4.250-2013 – костюм и брюки, а также рукавицы, изготавливаются из брезента и служат для защиты тела и рук от брызг сварки, и теплового излучения.

Для защиты ног сварщиков используют специальные ботинки, исключающие попадание искр и капель расплавленного металла. Перечень средств индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке приведен в таблице 7.2.

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

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

Для защиты окружающих рабочих применяются ширмы.

Таблица 7.2 – Средства индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке

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

### 3. Электрический ток.

На данном участке используется различное сварочное оборудование. Его работа осуществляется при подключении к сети переменного тока с напряжением 380 В.

Общие требования безопасности к производственному оборудованию предусмотрены ГОСТ 12.2.003-81. В них определены требования к основным элементам конструкций, органам управления и средствам защиты, входящим в конструкцию производственного оборудования любого вида и назначения.

#### 4. Электробезопасность.

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

Сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 4 Ом.

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

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

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

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

Защита от движущихся механизмов.

Для защиты работающих от движущихся механизмов предусмотрено следующее:

- проходы: между оборудованием, движущимися механизмами и перемещаемыми деталями, а также между постами – не менее 1 м; между автоматическими сварочными постами – не менее 2 м.;
- свободная площадь на один сварочный пост – не менее 3 м.;
- при эксплуатации подъёмно-транспортных устройств ограждение всех движущихся и вращающихся частей механизмов;

- правильная фиксация рамы на приспособлениях, а также контроль за правильностью строповки;
- контроль за своевременностью аттестации оснастки, грузоподъемных средств и стропов.

## **7.5 Охрана окружающей среды**

### **1. Защита селитебной зоны**

Распределение территорий осуществляется на основании генеральных планов, на которых указаны участки расселения, использования природного компонента, а также учитываются территориальные возможности производительных сил. Весь комплекс планирования, определения зон, застройки и т. д. необходим, чтобы городские и сельские поселения были максимально удобными, грамотно распланированными, отвечающими требованиям безопасного проживания, а также имели способность развивать инфраструктуру на территории. В СНиП 2.07.01-89:2 дается определение «селитебная зона», определяются правила, требования, регламентируется последовательность действий для создания городских и сельских поселений, а также указываются данные для проведения расчетов [45].

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

### **2. Охрана воздушного бассейна.**

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



сварки рамы ФЮРА.ПЭ-Ф-1А.121.00.000 СБ используют масляные фильтры для очистки воздуха от пыли по ГОСТ Р 51251-99. Пыль, проходя через лабиринт отверстий (вместе с воздухом), образуемых кольцами или сетками, задерживается на их смоченной масляным раствором поверхности. По мере загрязнения фильтра кольца и сетки промывают в содовом растворе, а затем покрывают масляной плёнкой. Эффективность фильтров данного типа составляет 95-98 процентов.

Предельно допустимая концентрация примесей в атмосфере на территории промышленного предприятия не должна превышать 30 процентов вредных веществ для рабочей зоны [45].

### 3. Охрана водного бассейна

Охрана водного бассейна заключается в очистке стоков машиностроительного предприятия, для этого применяют механические методы, химические и физико-химические методы, а также комбинированные. Выбор того или иного метода зависит от концентрации взвешенного вещества, степени дисперсности его частиц и требований, предъявляемых к очищенной воде.

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

На проектируемом участке сборки и сварки рамы 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 [45].

## **7.6 Защита в чрезвычайных ситуациях**

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

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

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

Проект вытяжной вентиляции.

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

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

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

Для поддержания необходимой температуры применяется центральное отопление.

## Заключение

В настоящей выпускной квалификационной работе в целях интенсификации производства, повышения качества изготавливаемой продукции, снижения себестоимости ее изготовления разработан механизированный участок сборки сварки рамы.

Для сборки-сварки рамы применено стационарное сборочно – сварочное приспособление на котором для крепления деталей используются упоры, эксцентриковые прижимы, шаблоны откидные, обеспечивающие необходимое пространственное положение деталей, рассчитаны режимы сварки, разработан технологический процесс.

Кроме того, в данной работе приведено обоснование выбора способа сварки, сварочных материалов и оборудования, произведён расчёт элементов приспособлений.

Разработаны мероприятия по безопасности жизнедеятельности, охране труда и совершенствованию организации труда. Посчитана экономическая составляющая предлагаемого технологического процесса.

Годовая производственная программа составляет 500 изделий.

Площадь спроектированного участка – 89,225 м<sup>2</sup>;

Средний коэффициент загрузки оборудования – 33,97 %;

Количество приведенных затрат – 8742698 руб./изд.·год.

## Библиография

1. Что такое сварка и ее виды [Электронный ресурс] [Что такое сварка: виды и классификация сварки \(chezmk.ru\)](#)
2. Особенности и применение MIG сварки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [Что такое MIG сварка и где она применяется? \(svarkaed.ru\)](#)
3. Lorch SpeedArc XT [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [Lorch SpeedArc XT](#)
4. Сварочная технология SpeedArc: быстрое проплавление толстого металла [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [Сварочная технология SpeedArc - ЭкоСвар \(ecosvar.com\)](#)
5. Скоростной перенос дуги™ (SAT) [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [Скоростной перенос дуги™ \(SAT\) \(esab.ru\)](#)
6. Технология полуавтоматической сварки процессом STT II [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://www.lincolnweld.ru/news/2805/>
7. СМТ [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [СМТ - Технологический центр \(tctena.ru\)](#)
8. Оборудование для полуавтоматической сварки [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [ESAB - Оборудование для полуавтоматической сварки \(сварочные полуавтоматы\) \(deltasvar.ru\)](#)
9. ГОСТ Р ИСО 6165-2010 Машины землеройные [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <https://docs.cntd.ru/document/1200093215>
10. ОСТ 105-934-82 Соединения сварные машин для животноводства и кормопроизводства. Общие технические требования
11. РД 36-62-00. Оборудование грузоподъемное. Общие технические требования
12. ГОСТ 14782-86 Контроль неразрушающий соединения сварные. Методы ультразвуковые.

13. Зубченко А.С. Марочник сталей и сплавов. М.: «Машиностроение», 2003 - 784 с.
14. Васильев В.И., Ильященко Д.П. Разработка этапов технологии при дуговой сварки плавлением – Издательство ТПУ, 2008г. – 96 с.
15. Томас К.И., Ильященко Д.П. Технология сварочного производства. Томск. «Томский политехнический университет» – 2011 – 247с.
16. Китаев А. М. Китаев Я. А. Справочная книга сварщика. М: Машиностроение, 1985. – 256 с.
17. ГОСТ Р ИСО 14175-2010 газы и газовые смеси для сварки плавлением и родственных процессов.
18. ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. технические условия.
19. Сварочные материалы производства ESAB: справочник – издание 2 – е. ООО «Газстройсервис А», ООО ESAB 2004 – 132 с.
20. ARISTO/ORIGO MIG 4002C, 5002C, 6502C [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [Aristo/Origo Mig 4002c, 5002c, 6502c \(esab.ru\)](http://aristo.esab.ru)
21. ESAB MIG 4002c, 5002c, 6502c [Электронный ресурс] – режим доступа к <https://www.ventsvar.ru/upload/iblock/cb5/cb560fd4f803b4af18400cc2917b5bba.pdf> ст
22. Технологическая инструкция Origo™ Mig 4002c / Mig 5002c / Mig 6502c
23. Сварочные приспособления. Крампит Н.Ю., Крампит А.Г. – ЮТИ ТПУ – 2008 – 95 с.
24. Стол сварочный Demmeler ExpertLine [Электронный ресур] – режим доступа к ст <https://www.demmeler.com/ru/>
25. Организация и планирование производства. Основы менеджмента: метод. указ. к выполн. курс. работы. для студентов спец. 120500«Оборудование и технология сварочного производства». – Томск: Изд. ЮФТПУ, 2000-24 с.
26. Маслов Б.Г. Неразрушающий контроль сварных соединений и изделий в машиностроении: Учеб. пос. для вузов. – М.: Академия, 2008. – 272 с.

27. РДИ 38.18.016-94 Инструкция по ультразвуковому контролю сварных соединений технологического оборудования.
28. Ультразвуковой дефектоскоп А1212 МАСТЕР [Электронный ресурс] – режим доступа к ст <http://ndtpribor.ru/product/defektoskop-a1212-master-profi/>
29. Ахумов В.А. Справочник нормировщика. М.: Машиностроение, 1986. 240 с.
30. Решетов Д.Н. Детали машин: Учебник для студентов машиностроительных и механических специальностей вузов. – 4-ое издание, переработанное и дополненное. Москва, "Машиностроение", 1989 – 496 с.
31. Крампит Н.Ю. Сварочные приспособления. Учебное пособие для ст. спец. 120500, ИПЛ ЮТИ ТПУ-2004
32. Хайдарова А.А. Сборочно-сварочные приспособления. Этапы конструирования: учебное пособие / Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета. 2013. – 132 с.
33. Крампит Н.Ю. Проектирование сварочных цехов: Методические указания. Ю.: Изд-во ИПЛ ЮТИ ТПУ. – 2005. – 40 с.
34. 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.
35. Сварочный полуавтомат ESAB ORIGO MIG 5002С [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <https://www.welding-russia.ru/catalog.html?itemid=11549>
36. ГОСТ 27584-88 Краны мостовые и козловые электрические. Общие технические условия.
37. ГОСТ 12.0.0030-74 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (с изменениями по И-Л-Х1-91)»
38. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования.

39. Запыленность и загазованность воздуха в рабочих зонах [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://www.ecolosorse.ru/ecologs-281-1.html>

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

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

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

43. 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.

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

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

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
**(обязательное)**  
**Спецификация рама**

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Перв. примен.				<i>Документация</i>		
	A1		ФЮРА.ПЭ-Ф-1А.121.00.000 СБ	Сборочный чертеж		
Справ. №				<i>Сборочные единицы</i>		
		1	ФЮРА.ПЭ-Ф-1А.121.01.000	Накладка	2	
		2	ФЮРА.ПЭ-Ф-1А.121.02.000	Постель	1	
		3	ФЮРА.ПЭ-Ф-1А.121.03.000	Постель	1	
		4	ФЮРА.ПЭ-Ф-1А.121.04.000	Косынка	1	
		5	ФЮРА.ПЭ-Ф-1А.121.05.000	Косынка	1	
		6	ФЮРА.ПЭ-Ф-1А.121.06.000	Площадка	1	
		7	ФЮРА.ПЭ-Ф-1А.121.07.000	Площадка	1	
Подп. и дата		8	ФЮРА.ПЭ-Ф-1А.121.08.000	Корпус колонны	1	
				<i>Детали</i>		
Инв. № дубл.		9	ФЮРА.ПЭ-Ф-1А.121.00.001	Стойка	1	
		10	ФЮРА.ПЭ-Ф-1А.121.00.002	Стойка	1	
Взам. инв. №		11	ФЮРА.ПЭ-Ф-1А.121.00.003	Накладка	2	
		12	ФЮРА.ПЭ-Ф-1А.121.00.004	Косынка	2	
Подп. и дата		13	ФЮРА.ПЭ-Ф-1А.121.00.005	Накладка	1	
		14	ФЮРА.ПЭ-Ф-1А.121.00.006	Проушина	2	
<b>ФЮРА.ПЭ-Ф-1А.121.00.000</b>						
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
	Разраб.		Платонов Н.С.			Лист
	Проб.		Ильященко Д.П.			Лист
	Н.контр.		Ильященко Д.П.			Листов
	Утв.					4   1   3
<b>Рама</b>					ЮТИ ТПУ зр. 3-10А60	
Копировал <span style="float:right">Формат А4</span>						







ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

Спецификация приспособление сборочно-сварочное

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
Перв. примен.				<u>Документация</u>				
	A1		ФЮРА.000001.121.00.000 СБ	Сборочный чертеж				
	Справ. №				<u>Сборочные единицы</u>			
			1	ФЮРА.000001.121.01.000	Demmler ExpertLine D28-01004-003	1		
			2	ФЮРА.000001.121.02.000	PPC-bolt short	12		
			3	ФЮРА.000001.121.03.000	PPC-bolt long	6		
			4	ФЮРА.000001.121.04.000	Откидной шаблон	2		
			5	ФЮРА.000001.121.05.000	Эксцентрик	4		
		6	ФЮРА.000001.121.06.000	Эксцентрик	2			
	Подп. и дата				<u>Детали</u>			
Инв. № д/дл.			7	ФЮРА.000001.121.00.001	Платик	2		
			8	ФЮРА.000001.121.00.002	Труба	1		
			9	ФЮРА.000001.121.00.003	Ось	6		
		10	ФЮРА.000001.121.00.004	D16-05002-000	4			
Взам. инв. №				Универсальный стопор малый				
	Подп. и дата							
			ФЮРА.000001.121.00.000					
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
	Разраб.		Платонов Н.С.			Лит.	Лист	Листов
	Проб.		Ильященко Д.П.			ц	1	2
	Н.контр.		Ильященко Д.П.			ЮТИ ТПУ гр. 3-10А60		
Утв.						Формат А4		

Копировал



ПРИЛОЖЕНИЕ В  
(обязательное)  
Технологический процесс

Дудл. Взам. Подл.		ГОСТ 3.1105-84 Форма 2							
						17		1	
		ФЮРА.ПЗ-Ф-1А.121.00.000							
		Рама							
<p><b>КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ</b></p> <p><b>на технологический процесс</b></p> <p><b>сборки-сварки</b></p>									
		Разработал		Платонов Н.С.					
		Проверил		Ильященко Д.П.					
		Н. контр.		Ильященко Д.П.					
		Рецензент							
		Акт		_____					
Т/Л		Титульный лист						1	











Дцдл.	Взам.	Подл.	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.	
							Обозначение документа												
							Обозначение, код												
Разраб.																			
Проб.																			
Нормир.																			
Нач. БТК																			
Н. контр.																			
А																			
Б																			
К/М																			
А01																			
002																			
03																			
А04																			
Б05																			
06																			
07																			
08																			
09																			
010																			
011																			
012																			
Т13																			
Т14																			
Т15																			
16																			
КТП																			







Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.	
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала		Код, наименование оборудования		Обозначение, код		Обозначение, код		Обозначение, код		ЕН	ОП	ЕН	КИ	Н.расх.	
Разраб.																
Проб.																
Нормир.																
Нач. БТК																
Н. контр.																
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.
Б	Наименование детали, сб. единицы или материала		Код, наименование оборудования		Обозначение, код		Обозначение, код		Обозначение, код		ЕН	ОП	ЕН	КИ	Н.расх.	
А01	Тип соединения		Длина шва, мм		Расход проволоки, кг.	Кол-во пр.								Примечание		
002	№3	T1-△	6	500	0,108	1										
03	№6	H1-△	6	180	0,039	1										
А04	№4	T1-△	8	1100	0,417	1										
Б05	№5	T3-△	5	640	0,156	1										
06	№2	T1-△	5	200	0,028	1										
07	9. Клеймить клеем сварщика на дет. поз. 25.															
08																
09	025 Перемещение															
010	1. Переместить сборочную единицу на рабочее место №2															
011																
012	030 Сборочно-сварочная															
Т13	Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.121.00.000 СБ; Сварочный аппарат ESAB Origo Mig 5002С.															
Т14	Кран-балка (Q = 2,0 т.), Строп цепной универсальный (Q=2,0 т.)															
Т15	Проволока Св-08Г2С-0 по ГОСТ 2246-70 φ1,2; Смесь газов ISO 14.175-M21-ArC-20 по ГОСТ Р ИСО 14.175-2010															
16																
КТП	Карта технологического процесса															
																10



Дейл.	Взам.	Подл.	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.		
							Обозначение документа													
							Обозначение код													
							Обозначение код													
Разраб.																				
Проб.																				
Нормир.																				
Нач. БТК																				
Н. контр.																				
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.				
Б	Наименование оборудования																			
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала																			
А01	Рама																			
002	13. Установить накладки поз. 14 (2 шт.) выдержать р-р 53±3																		T = 0,38 мин.	
03	14. Установить кронштейн поз. 18 согласно чертежу.																		T = 0,49 мин.	
А04	15. Установить косынки поз. 33 (2 шт.) согласно чертежу.																		T = 0,38 мин.	
Б05	16. Прихватить детали в порядке установки прихваток n= 96 шт.																		T = 14,4 мин.	
06	17. Приварить детали																		T = 19,9 мин.	
07	Тип соединения		Длина шва, мм		Расход проволоки, кг		Кол-во пр.		Примечание											
08	№4	T1-△	8	630	0,16	1														
09	№15	нест.	300	0,075	1															
010	№6	H1-△	6	72	0,014	1														
011	№5	T3-△	5	60	0,015	1														
012	№6	H1-△	6	80	0,015	1														
T13	№15	нест.	82	0,021	1															
T14	№15	нест.	160	0,04	1															
T15	№3	T1-△	6	600	0,129	1														
16																				
КТП	Карта технологического процесса																		12	











