

**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, ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОСНАСТКИ И УЧАСТКА СБОРКИ-СВАРКИ ОСНОВАНИЯ СЕКЦИИ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ КРЕПИ МКЮ.4У.58.100000</b>

УДК 621.757:621.791:622.28-2

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А60	Чернышов Н.В.		

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

<b>ПК(У)-6</b>	Умением использовать стандартные средства автоматизации проектирования при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями
<b>ПК(У)-7</b>	Способностью оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
<b>ПК(У)-8</b>	Умением проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений
<b>ПК(У)-9</b>	Умением проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений и их патентоспособности с определением показателей технического уровня проектируемых изделий
<b>ПК(У)-10</b>	Умением применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов в машиностроении и разрабатывать мероприятия по их предупреждению
<b>ПК(У)-11</b>	Способность обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий
<b>ПК(У)-12</b>	Способность разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств
<b>ПК(У)-13</b>	Способностью обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование
<b>ПК(У)-14</b>	Способность участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции
<b>ПК(У)-15</b>	Умением проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования
<b>ПК(У)-16</b>	умением проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ
<b>ПК(У)-17</b>	Умением выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения
<b>ПК(У)-18</b>	Умением применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий
<b>ПК(У)-19</b>	Способностью к метрологическому обеспечению технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции

Студент гр. 3-10А60

Руководитель ВКР

Чернышов Н.В.

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	Чернышову Николаю Владимировичу

Тема работы:

Разработка технологии, проектирование оснастки и участка сборки-сварки основания секции механизированной крепи МКЮ.4У.58.100000	
Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	01.02.2021г. №32-106/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.0МКЮ.4У.165.00.000 СБ Основание 2 листа (А2х3).1 лист (А1) 2. ФЮРА.000001.165.00.000 СБ Приспособление сборочно-сварочное 1 лист (А1). 3. ФЮРА.000003.165 ЛП План участка 1 лист (А1). 4. ФЮРА.000004.165 ЛП Карта организации труда 1 лист (А1). 5. ФЮРА.000005.165 ЛП Вентиляция общеобменная 1 лист (А1). 6. ФЮРА.000006.165 ЛП Экономическая часть 1 лист (А1). 7. Технологическая схема сборки и сварки изделия</p>
--	---

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**  
(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Технологическая и конструкторская часть	Ильященко Д.П.
Социальная ответственность	Солодский С.А.
Финансовый менеджмент ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Полицинская Е.В.

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


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

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	К.Т.Н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А60	Чернышов Н.В.		

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

Институт Юргинский технологический институт

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

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**

<b>Срок сдачи студентом выполненной работы:</b>	01.06.2021 г.
---	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля)/ Вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
17.01.2021	Обзор литературы	15
17.02.2021	Объекты и методы исследования	15
17.03.2021	Разработка технологического процесса	20
17.03.2021	Конструкторский раздел	15
17.03.2021	Проектировка участка сборки-сварки	15
17.04.2021	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
20.05.2021	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
3-10А60	Чернышову Николаю Владимировичу

Институт	Юргинский технологический институт		
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 «Машиностроение», профиль «Технология и оборудование сварочного производства»

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

1. Стоимость ресурсов инженерного решения (ИР): материально-технических энергетических человеческих	224976,97руб 4030,25руб 31691,43 руб
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов: Металл Проволока газ	4455,1 кг 210,593 кг 77435 л
3. Используемая система налогообложения ставка налогов ставка отчислений	общая 13% 30%

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

1. Краткое описание исходных технико-экономических характеристик объекта ИР
2. Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР; расчет вложений в основные и оборотные фонды
3. Определение капитальных вложений
<b>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)</b>
1. Основные показатели эффективности ИР (технико-экономические показатели проекта)

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	3.02.2021 г.
---	--------------

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А60	Чернышов Н.В.		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-10А60	Чернышову Николаю Владимировичу

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

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

<p>1. Описание технологического процесса, проектирование оснастки и участка сборки-сварки основания на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)</li> <li>– опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)</li> <li>– негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения);</li> <li>- опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы);</li> <li>- негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу);</li> <li>- чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера).</li> </ul>
<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 производственной 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)	Лист-плакат Система вентиляции участка

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

**Задание выдал консультант:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А60	Чернышов Н.В.		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа: 125 стр., 1 рисунок, 20 таблиц, 52 источник, 3 приложения, 9 л. графического материала.

Ключевые слова: СВАРКА ПЛАВЛЕНИЕМ, ТЕХНОЛОГИЯ, РЕЖИМЫ СВАРКИ, СИЛА СВАРОЧНОГО ТОКА, СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ, ПЛАН УЧАСТКА, ПРИСПОСОБЛЕНИЕ,

Объектом исследования является изготовления основание крепи механизированной МКЮ.4У.58.

Целью работы- является разработка технологического процесса основания механизированной крепи проектирование участка сборки-сварки.

В процессе выполнения работы ВКР решались задачи о выборе составных деталей изделия, определение марки стали, выборе метода сварки, определение режимов сварки и сварочных материалов, нормирование операций, составление технологического процесса, расчет необходимого количество оборудования, численность рабочих и разработка сборочно-сварочного приспособления.

В результате выполнения работ, подобранно сварочное оборудование POWER WAVES500CE, разработано сборочно-сварочное приспособление, пронормированы сборочно-сварочные операции. Посчитан коэффициент приведенных затрат. На основании этого был спроектирован участок сборки-сварки основания крепи.

Основание Крепи применяется в горнодобывающей промышленности. В целях эффективности сборки было разработано сборочно-сварочное приспособление которое увеличит качество и скорость сборки основания.

Экономические показатели:

- капитальные вложения 23826968руб;
- себестоимость продукции 132630009,56руб;
- количество приведенных затрат 136204054,78 руб./изд. год.

## *Abstract*

Final qualification work: 125 pages, 1 figure, 20 tables,  
52 sources, 3 appendices, 9 l. of graphic material.

Keywords: FUSION WELDING, TECHNOLOGY, WELDING MODES,  
WELDING CURRENT STRENGTH, WELDING EQUIPMENT, PRODUCTIVITY,  
SITE PLAN, DEVICE,.

The object of the study is the production of the base of the mechanized support MKYU. 4U. 58. The

purpose of the work is to develop the technological process of the base of the mechanized support design of the assembly-welding section.

In the process of performing the work of the WRC, the tasks of choosing the component parts of the product, determining the steel grade, choosing the welding method, determining the welding modes and welding materials, rationing operations, drawing up the technological process, calculating the required amount of equipment, the number of workers and developing an assembly and welding device were solved.

As a result of the work, the POWER WAVES500CE welding equipment was selected, an assembly and welding device was developed, and assembly and welding operations were normalized. The coefficient of reduced costs is calculated. On the basis of this, the assembly-welding section of the support base was designed.

The base of the support is used in the mining industry.

In order to ensure the effectiveness of the assembly, an assembly and welding device was developed that will increase the quality and speed of the base assembly.

Economic indicators:

- capital investments 23826968rub;
- cost of production 132630009,56 rubles;
- the number of the given expenses 136204054, 78 rub./ed. year..

## Содержание

Введение	16
1 Обзор и анализ литературы	18
1.1 Легированные стали и особенности их сварки	18
1.1.1 Технология сварки легированных сталей	19
1.2 Ручная дуговая сварка	20
1.2.1 Сущность метода ручной дуговой сварки	21
1.2.2 Техника и технология ручной дуговой сварки	22
1.2.3 Преимущества и недостатки ручной дуговой сварки	22
1.3 Технология сварки под флюсом низкоуглеродистых и низколегированных сталей	23
1.3.1 Преимущества и недостатки	24
1.4 Дуговая сварка в защитных газах	25
1.4.1 Сравнение процессов MIG/MAG и FCAW-S	25
1.4.2 MIG-сварка алюминия	27
1.4.3. Самозащитная порошковая проволока	28
1.4.4 Преимущества и недостатки	29
1.4.5 MIG Преимущества	29
1.4.6 MIG Недостатки	30
1.4.7 Порошковая проволока. Преимущества	30
1.4.8 Порошковая проволока. Недостатки	31
1.4.9 Краткое описание Lincoln Electric Power Wave	31
1.5 Заключение	33
2 Объект и методы исследования	34
2.1 Описание сварной конструкции	34
2.2 Требования НД предъявляемые к конструкции	34
2.2.1 Требования к подготовке кромок	36
2.2.2 Требования к сварке и прихватке	37
2.2.3 Требования к сборке сварного изделия	39

2.2.4 Требования к сварке корневого валика. Требования к сварке последующих слоев. Требования к клеймению шва	40
2.2.5 Требования к оформлению документации	41
2.2.6 Требования к контролю	41
2.3 Методы проектирования	43
2.4 Постановка задач	44
3 Разработка технологического процесса	45
3.1 Анализ исходных данных	45
3.1.1 Основные материалы	45
3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки	48
3.1.3 Выбор сварочных материалов	49
3.2 Выбор основного оборудования	49
3.3 Расчет технологических режимов	52
3.4 Выбор оснастки	53
3.5 Составление схемы общей сборки. Определение рациональной схемы разделения конструкции на сборочные единицы	55
3.6 Выбор методов контроля, регламент, оборудование	57
3.7 Разработка технической документации	66
3.8 Техническое нормирование операций	69
3.9 Материальное нормирование	77
3.9.1 Расход металла	77
3.9.2 Расход сварочной проволоки	77
3.9.3 Расход защитного газа	77
3.9.4 Расход электроэнергии	78
4 Конструкторский раздел	79
4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений	79
4.2 Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений	80
4.3 Порядок работы приспособлений	80
5 Проектирование участка сборки-сварки	82
5.1 Состав сборочно-сварочного цеха	82

5.2	Расчет основных элементов производства	83
5.2.1	Определение количества необходимого числа оборудования	84
5.2.2	Определение состава и численности рабочих	85
5.3	Пространственное расположение производственного процесса	86
5.3.1	Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха	86
6.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	87
6.1	Финансирование проекта и маркетинг	87
6.2	Экономический анализ техпроцесса	87
6.2.1	Расчет капитальных вложений в производственные фонды	88
6.2.1.1	Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления	88
6.2.1.2	Капитальные вложения в подъемно-транспортное оборудование	90
6.2.1.3	Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями	90
6.2.2	Расчет себестоимости единицы продукции	91
6.2.2.1	Определение затрат на основные материалы	92
6.2.2.2	Определение затрат на сварочные материалы	92
6.2.2.3	Определение затрат на заработную плату	93
6.2.2.4	Определение затрат на заработную плату вспомогательных рабочих	95
6.2.2.5	Заработная плата административно-управленческого персонала	96
6.2.2.6	Определение затрат на силовую электроэнергию	96
6.2.2.7	Определение затрат на сжатый воздух	97
6.2.2.8	Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования	97
6.2.2.9	Определение затрат на содержание помещения	99
6.3	Расчет технико-экономической эффективности	100
6.4	Основные технико-экономические показатели участка	101
7	Социальная ответственность	103
7.1	Описание рабочего места	103
7.2.	Законодательные и нормативные документы	104

7.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	106
7.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке	113
7.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды	113
7.4.1 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов	116
7.5 Охрана окружающей среды	117
7.6 Защита в чрезвычайных ситуациях	118
7.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	119
Заключение	120
Библиография	121
Приложение А (Спецификация Основание)	
Приложение Б (Спецификация Приспособление сборочно-сварочное)	
Приложение В (Технологический процесс)	
Диск CD-R	в конверте на обложке
Графический раздел	на отдельных листах
ФЮРА.0МКЮ.4У.165.00.000 СБ Основание.	1-Формат А1
Сборочный чертеж	2-Формат А2х3
ФЮРА.000001.165.00.000 СБ Приспособление сборочно-сварочное	Формат А1
ФЮРА.000002.165 ЛП План участка	Формат А1
ФЮРА.000003.165 ЛП Карта организации труда на Производственном участке. Лист плакат	Формат А1
ФЮРА.000004.165 ЛП Система вентиляции участка	Формат А1
ФЮРА.000005.165 ЛП Экономическая часть	Формат А1
ФЮРА.000006.165 ЛП Технологическая схема сборки и сварки изделия	Формат А1

## **Введение**

Основной задачей машиностроения является обеспечение всех отраслей народного хозяйства высокоэффективными машинами и оборудованием. Машиностроение состоит из таких крупных составляющих, как энергетическое, электротехническое машиностроение, станкостроительная и инструментальная промышленность, приборостроение, автомобилестроение, тракторное и сельскохозяйственное машиностроение и др. [1].

Основой машиностроения является непрерывный процесс производства. Большое разнообразие видов машин и оборудования, их сложность и возможность расчленения на отдельные узлы и детали влияет на разностороннюю специализацию производства продукции.

Основной материал, из которого изготавливаются машины - металлы, в первую очередь стали различных марок. Наиболее рациональным способом соединения деталей машин во многих случаях является сварка. [2]

Сварка – такой же необходимый технологический процесс, как и обработка металлов, литьё, ковка, штамповка. Большие технологические возможности сварки обеспечили её широкое применение при изготовлении и ремонте судов, автомобилей, самолётов, турбин, котлов, реакторов, мостов и других конструкций. Её применение способствует совершенствованию машиностроения и развития ракетостроения, атомной энергетике, радиоэлектронике. [2]

На современном этапе развития сварочного производства в связи с развитием научно-технической революции резко возросло разнообразие свариваемых толщин, материалов, видов сварки. В настоящее время сваривают материалы толщиной от несколько микрон (в микроэлектронике) до нескольких метров (в тяжелом машиностроении).



Сварка – экономически выгодный, высокопроизводительный и в значительной степени механизированный технологический процесс, широко применяемый практически во всех отраслях машиностроения. [3]

Преимущество сварки перед этими процессами следующие[4]:

- экономия металла – 10...30% и более в зависимости от сложности конструкций;
- уменьшение трудоёмкости работ, срока работ и их стоимость;
- возможность использовать наплавка для восстановления деталей;
- герметичность сварочных соединений;
- уменьшение производственного шума и улучшение условий труда.

В данной выпускной квалификационной работе производится проектирование участка сборки и сварки основания секции крепи механизированной. В результате проведения данной работы следует получить производство с наибольшей степенью механизации и автоматизации, повышающей производительность труда, качество сварного изделия, улучшение условий труда.

## **1 Обзор и анализ литературы**

Крепь механизированная изготавливается из легированных и не легированных сталей, рассмотрим технологии, применяемые для сварки этих видов сталей.

### **1.1 Легированные стали и особенности их сварки**

Легированными называются стали, которые в своем составе содержат легирующие элементы, придающие сталям специальные свойства. Основные легирующие элементы – это хром, марганец, никель, кремний, молибден, вольфрам и другие. Легирование делается с целью изменения строения металла и придания ему определенных физико-механических свойств. Легированием можно повысить коррозионностойкость материала, его твердость, износостойкость и так далее.

Легированные стали должны обладать хорошей пластичностью, удовлетворительной свариваемостью и высокой сопротивляемостью хрупкому разрушению. Оптимальные механические свойства они приобретают после закалки или нормализации и последующего высокого отпуска. Эти стали характеризуются малым содержанием углерода ( $<0,18\%$ ). Высокие механические свойства низколегированных и малоуглеродистых сталей достигаются применением других присадок (марганца, хрома, никеля, кремния и других) . [5]

### 1.1.1 Технология сварки легированных сталей

Основными показателями свариваемости легированных сталей являются сопротивляемость сварных соединений холодным трещинам и хрупкому разрушению. Такие металлы обычно имеют ограниченное содержание С, Ni, Si, S и P, поэтому при соблюдении режимов сварки и правильном применении присадочных материалов горячие трещины отсутствуют. Критериями при определении диапазона режимов выполнения сварочных работ и температур предварительного подогрева служат допустимые максимальная и минимальная скорости охлаждения металла околошовной зоны. Максимально допустимые скорости охлаждения принимаются таким образом, чтобы предотвратить образование холодных трещин в металле околошовной зоны. [5]

Электроды для сварки легированных сталей ручной дуговой сваркой имеют низководородное фтористо-кальциевое покрытие. Широко применяют электроды типа Э70 по ГОСТ 9467-75. Сварку выполняют постоянным током при обратной полярности. Металл, наплавленный электродами, должен соответствовать следующему химическому составу, %: С до 0,10; Mn 0,8...1,2; Si 0,2...0,4; Cr 0,6...1,0; Mo 0,2...0,4; Ni 1,3...1,8; S до 0,03; P до 0,03. Сварочный ток выбирают в зависимости от марки и диаметра электрода, при этом учитывают положение шва в пространстве, вид соединения и толщину свариваемого металла. Сварку технологических участков нужно производить без перерывов, не допуская охлаждения сварного соединения ниже температуры предварительного подогрева и нагрева его перед выполнением следующего прохода выше 200С°.

Особенности сварки низколегированных сталей под флюсом заключаются в её проведении на постоянном токе обратной полярности. Сила тока при этом не должна превышать 800 А, напряжение дуги – не более 40 В, скорость сварки изменяют в пределах 13...30 м/ч. Одностороннюю однопроходную сварку применяют для соединений толщиной до 8 мм и

выполняют на остающейся стальной подкладке или флюсовой подушке. Максимальная толщина соединений без разделки кромок, свариваемых двусторонними швами, не должна превышать 20 мм. Для стыковых соединений без скоса кромок (односторонних или двусторонних) используют проволоку марки Св-08ХН2М, так как швы в этом случае имеют излишне высокую прочность и применение более легированной проволоки для таких соединений нецелесообразно. [5]

Если сварка низкоуглеродистых и низколегированных сталей осуществляется в углекислом газе, то в качестве электрода применяют проволоку марок Св-08Г2С, Св-10ХГ2СМА, Св-08ХН2Г2СМЮ (ГОСТ 2246-70) или порошковую проволоку. При сварочных работах в смесях на основе аргона используют проволоку марки Св-08ХН2ГМЮ, которая обеспечивает высокий уровень механических свойств и хладостойкость металлических швов при сварке сталей с прочностью до 700 МПа. Проволоки указанных марок рекомендуются и для сварки угловых швов с катетом свыше 15 мм. Для угловых швов с меньшим катетом в большинстве случаев используют проволоку марки Св-08Г2С. Эту проволоку также применяют при сварке низкоуглеродистых и низколегированных сталей повышенной прочности 09Г2, 10Г2С1, 14Г2, 10ХСНД и 15ХСНД. [5]

## **1.2 Ручная дуговая сварка**

Ручная дуговая сварка – дуговая сварка с использованием покрытого металлического электрода, при которой операции подачи электрода, его перемещения вдоль оси шва и поперечные манипуляции выполняется сварщиком вручную. Наиболее старый и универсальный метод сварки, требующий хорошей квалификации и опыта сварщика [6].

### 1.2.1 Сущность метода ручной дуговой сварки

Сварка деталей покрытым металлическим электродом возможна благодаря высокой тепловой мощности сварочной дуги, под воздействием которой металлы расплавляются. При сварке покрытым электродом сварная дуга расплавляет основной металл и, в то же время, металлический электрод. Участок расплавленного металла называют сварной ванной. Капли электродного металла расплавляются и переносятся в сварную ванну, увеличивая ее объем, поэтому покрытый электрод является еще присадочным материалом.

Под воздействием сварочной дуги расплавляется покрытие нанесенное на поверхность электрода. В состав покрытия входят измельченные компоненты разного назначения – шлакообразующие, газообразующие, связывающие, раскислители и другие. Шлак, полученный плавлением покрытия, обволакивает сварную ванну и защищает жидкий металл от взаимодействия из атмосферными газами. Считается, что при ручной сварке наблюдение за формированием шва ограниченное из-за наличия на поверхности сварной ванны шлака. Также покрытие выделяет газы при расплавлении его компонентов, защищающие дугу и зону сварки от воздуха. Это способствует стабильному и стойкому горению дуги. [6]

По мере того как сварщик формирует шов, перемещая электрод и дугу вдоль оси сварного соединения, сварная ванна с жидким металлом постепенно кристаллизуется. На поверхности кристаллизованного шва застывает шлак и превращается в шлаковую корку.

После обрыва сварочной дуги необходимо очистить шов от шлаковой корки при помощи специального молотка, кирки и/или щетки. Если были выбраны правильные режимы сварки без ошибок в техники выполнения шва, под шлаковой коркой получим сварной шов необходимой формы, качества и

геометрических размеров. Качество сварного шва в значительной степени будет зависеть от профессионализма сварщика. [6]

### **1.2.2 Техника и технология ручной дуговой сварки**

По сравнению с другими видами сварки, ручная сварка требует больше навыков и умений от сварщика, так как все операции выполняются вручную. Условно выполнение сварочного шва можно разделить на три этапа: зажигание дуги, выполнение шва, окончание сварки или заварка кратера. Существует два способа зажигания сварочной дуги – касанием и чирканьем. По окончании сварки нельзя сразу обрывать дугу, иначе в месте окончания образуется кратер. Перед тем как оборвать дугу ее сначала перемещают на верхний край сварной ванны, а потом резко обрывают. При окончании сварки можно также использовать технику заварки кратера. Техника выполнения шва зависит от пространственного положения, типа соединения, толщины сварных деталей, протяжности соединения и доступности шва. Во время сварки покрытым электродом от сварщика требуется одновременно перемещать электрод в трех направлениях. [6]

### **1.2.3 Преимущества и недостатки ручной дуговой сварки**

Преимущества [6]:

Универсальная и сравнительно недорогая схема оборудования для сварки

Мобильность оборудования

- сварка ручным дуговым методом выполняется во всех пространственных положениях и в местах с ограниченным доступом

- благодаря большому количеству различных марок электродов можно

сваривать разные стали и металлы, а переход между свариваемыми материалами происходит очень быстро.

Недостатки:

- производительность труда и КПД по сравнению с другими видами сварки очень низкие
- качество сварных соединений зависит от квалификации сварщика
- дуговая сварка покрытыми электродами оказывает вредное воздействие на организм человека. [6]

### **1.3 Технология сварки под флюсом низкоуглеродистых и низколегированных сталей**

Сварку под слоем флюса производят голой электродной проволокой, которую подают в зону горения дуги специальным механизмом, называемым головкой автомата. Ток подвод к проволоке осуществляется через скользящий контакт при прохождении проволоки через мундштук, изготовляемый из меди.

Малый вылет электрода, отсутствие покрытия, большая скорость подачи электродной проволоки позволяют значительно увеличить силу сварочного тока по сравнению с ручной сваркой электродами тех же диаметров, что приводит к ускорению процесса плавления сварочной проволоки, увеличению глубины проплавления основного металла и, как следствие, значительному повышению производительности. Коэффициент наплавки достигает 14-16, а в некоторых случаях даже 25-30 г/(А ч). Достаточно толстый слой флюса (до 60 мм), засыпаемого в зону сварки, расплавляется только на 30 %, делает дугу невидимой (закрытой) и обеспечивает хорошую защиту расплавленного металла от окружающего воздуха, стабильность процесса, небольшие потери на угар и разбрызгивание [7]

Вследствие увеличения эффективной тепловой мощности дуги может быть расширен диапазон толщин, свариваемых без скоса кромок. Так, при

обычных режимах автоматической сварки встык без скоса кромок может свариваться металл толщиной до 15-20 мм. При этом увеличивается проплавление основного металла, доля участия основного металла в металле шва составляет 0,5-0,7, тем самым значительно снижается расход электродной проволоки на единицу длины шва. При сварке угловых швов увеличенная глубина провара обеспечивает (при одинаковом с ручной сваркой внешнем катете шва) большее расчетное сечение. Поэтому при автоматической сварке под флюсом угловых швов катет может назначаться меньше, чем для шва, выполняемого ручной сваркой.

На качество и работоспособность сварного соединения, выполняемого под слоем флюса, влияют не только известные нам конструктивные элементы шва, но и отношение ширины однопроходного шва к глубине провара. Коэффициент формы провара  $\psi_{пр} = e \cdot l \cdot h$  может изменяться в пределах от 0,5 до 4,0. Оптимальное значение равно 1,3-2,0. Отношение ширины шва к его выпуклости  $\psi_{в} = e \cdot l \cdot h$  (коэффициент формы валика) при хорошо сформированных швах не должно выходить за пределы 7-10. [7]

Основными параметрами режима автоматической и полуавтоматической сварки под флюсом являются сварочный ток и диаметр электродной проволоки, напряжение на дуге и скорость перемещения дуги. В зависимости от режима и технологических факторов будет меняться глубина проплава, ширина шва, высота выпуклости и доля участия основного металла в металле шва. [7]

### 1.3.1 Преимущества и недостатки

Основные преимущества сварки под флюсом [8]:

- за счёт использования автоматических аппаратов, можно добиться качественного сварного соединения. За счёт автоматизации, есть возможность выставления скорости сварки, подачи проволоки, сварочного тока и зазора между проволокой и изделием;



- непрерывная подача флюса защищает расплавленную ванну от вредных воздействий извне. Дополнительно флюс легирует сварной шов, увеличивая его прочностные качества.

Основными недостатками сварки под флюсом [8]:

- сложность настройки такого оборудования. У сварщика нет возможности проконтролировать процесс сварки, так как шов спрятан за слоем флюса;

- нет возможности варить изделия в вертикальном и потолочном положении. При больших неровностях изделия, сварка может быть невозможна.

#### **1.4 Дуговая сварка в защитных газах**

Сварка в защитных газах нашла широкое применение в промышленности. Этим способом можно соединять вручную, полуавтоматически или автоматически в различных пространственных положениях разнообразные металлы и сплавы толщиной от десятых долей до десятков миллиметров.

При сварке в зону дуги через сопло непрерывно подается защитный газ. Теплотой дуги расплавляется основной металл и, если сварку выполняют плавящимся электродом, расплавляется и электродная проволока. Расплавленный металл сварочной ванны, кристаллизуясь, образует шов. При сварке неплавящимся электродом электрод не расплавляется, а его расход вызван испарением металла или частичным оплавлением при повышенном допустимом сварочном токе [9]

Образование шва происходит за счет расплавления кромок основного металла или дополнительно вводимого присадочного металла. В качестве защитных газов применяют инертные (аргон и гелий) и активные (углекислый газ, водород, кислород и азот) газы, а также их смеси ( $Ar+He$ ,  $Ar +$

CO<sub>2</sub>, Ar + O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> + O<sub>2</sub> и др.). По отношению к электроду защитный газ можно подавать центрально или сбоку. Сбоку газ подают при больших скоростях сварки плавящимся электродом, когда при центральной защите надежность защиты нарушается из-за обдувания газа неподвижным воздухом. Сквозняки или ветер при сварке, сдувая струю защитного газа, могут резко ухудшить качество сварного шва или соединения. В некоторых случаях, особенно при сварке вольфрамовым электродом, для получения необходимых технологических свойств дуги, а также с целью экономии дефицитных и дорогих инертных газов используют защиту двумя концентрическими потоками газа. [9]

#### **1.4.1 Сравнение процессов MIG/MAG и FCAW-S**

MIG/MAG-сварка, которую также называют сваркой в защитных/инертных газах (GMAW), предполагает использование проволоки сплошного сечения и защитного газа из внешнего источника (обычно газового баллона). Сварочная проволока обычно изготавливается из низкоуглеродистой стали и имеет тонкое медное покрытие, которое защищает ее от ржавчины, улучшает электропроводимость, увеличивает срок службы контактного наконечника и в целом повышает стабильность дуги. Сварочный аппарат должен быть переведен в режим постоянного тока обратной полярности (DC+). Защитный газ, обычно двуокись углерода или ее смеси с аргоном, защищает расплавленный металл от воздействия окружающего воздуха. Он подается из газового баллона, проходит через газовые кабели и поступает к сварочной ванне через сопло горелки. Расплавленный металл легко вступает в реакцию с кислородом, азотом и водородом из окружающего воздуха. Поэтому на протяжении сварки и в течение некоторого времени после ее завершения к сварочной ванне подается защитный инертный газ. Однако даже легкий порыв ветра может отнести это облако защитного газа в сторону, поэтому такой тип сварки редко используется под открытым небом. [10]

- Правильно выполненная MIG-сварка обеспечивает высокие сварочно-технологические характеристики и хороший внешний вид шва и поэтому является предпочтительным выбором многих сварщиков. Хорошая техника сварки — это залог отличных результатов. При правильном исполнении MIG-сварка не образует шлака и имеет низкий уровень разбрызгивания. Для улучшения газовой защиты часто используется техника сварки «с опережением электрода». Если поверхность свариваемого металла загрязнена, окрашена или покрыта ржавчиной, ее следует зачистить до блестящего состояния. Сварка в защитных газах пригодна для большинства распространенных металлов, в том числе стали с низким содержанием углерода, низколегированной и нержавеющей стали. При этом она подходит даже для начинающих сварщиков. [10]

#### **1.4.2 MIG-сварка алюминия**

Для сварки алюминия недостаточно просто сменить проволоку. Сначала полностью освоитесь со сваркой стали. Так как алюминий — это очень мягкий металл, для подачи алюминиевой проволоки нужны особые подающие ролики с U-образной выемкой без насечки, иначе проволока окажется повреждена.

Крайне важно обеспечить чистоту проволоки и основного металла. Протрите материал пропитанной ацетоном чистой тканью. Зачистите поверхность специально предназначенной для чистки алюминия щеткой из нержавеющей стали. Уменьшите натяжение роликов подающего механизма и длину горелки. Для снижения трения используйте проволокопроводы с покрытием из тефлона или нейлона, а для газовой защиты — 100-процентный аргон. Также рекомендуется использовать специальные контактные наконечники и особую технику сварки с колебаниями горелки. Это сложно, но этому можно научиться. [10]

### 1.4.3. Самозащитная порошковая проволока

Сварка порошковой проволокой (FCAW) предполагает использование полой проволоки с особым составом внутри, который при сгорании образует защитные газы и флюс для защиты сварочной ванны без необходимости в подаче газа из внешнего источника. В этом случае качество соединения достигается совершенно другим способом. Здесь газовую защиту обеспечивает сама проволока. При этом она очень надежна и сохраняется даже при сильном ветре. Дуга отличается высоким форсированием и, как следствие, достаточно интенсивным разбрызгиванием. После сварки шов оказывается покрыт шлаком, который обычно приходится удалять. В таком случае для улучшения видимости рекомендуется техника сварки «с отставанием электрода». Для сварки FCAW очень важно правильно настроить сварочный аппарат. Также в этом режиме более заметны последствия неправильной техники сварки. В основном он используется для сварки углеродистой стали под открытым небом. Аппараты мощностью 115В часто используются с проволокой Innershield® NR-211-MP диаметром 0,9 мм (0,035"), а модели 230В — с проволокой Innershield NR-211-MPMP диаметром 1,1 мм (0,045"). По словам одних фермеров, эти продукты помогли им быстро починить сломавшийся трактор посреди поля и спасти посевную. [10]

В большинстве случаев компактные аппараты MIG с питанием 115В и встроенным механизмом подачи проволоки рекомендуются для сварки чистой новой стали толщиной от 0,6 до 2,8 мм. Проволока наименьшего диаметра 0,6 мм (0,025") предназначена для сварки самых тонких материалов (0,6 мм). Проволока 0,8 мм (0,030") обеспечит несколько большую производительность наплавки. Если Вы планируете вести MIG-сварку материалов от 3 до 6 мм (1/8" – 1/4"), Вам понадобится более мощный аппарат для сетей 230В. Высокий сварочный ток таких аппаратов больше подходит для однопроводной сварки, и вам не придется тратить время на второй и третий проход. Аппараты 230В

также пригодны для сварки проволокой 0,9 мм (0,035"). Для MIG-сварки материалов толщиной больше 6 мм (¼") понадобится еще более мощный промышленный аппарат. Если вы чаще работаете с материалами толщиной менее 3 мм, то в целях экономии лучше купить MIG-аппарат мощностью 115В. [10]

#### **1.4.4 Преимущества и недостатки**

Оба процесса имеют свои преимущества и недостатки. Перечислим самые значимые.

#### **1.4.5 MIG Преимущества**

Лучше всего подходит для случаев, когда важен внешний вид соединения, потому что MIG отличается низким уровнем разбрызгивания. Имеет мягкую дугу и не склонна к прожиганию тонкого материала.

Характерное для процесса MIG низкое разбрызгивание также означает отсутствие необходимости в удалении шлака и траты времени на очистку рабочей поверхности.

MIG — это самый простой в освоении процесс сварки, «прощающий» небольшие колебания длины дуги или скорости сварки. Также для этого процесса не столь критичны ошибки в настройках аппарата.

При достаточной квалификации и использовании специализированных горелок, защитного газа, лайнеров, роликов и сварочной проволоки, MIG-сварка пригодна для сварки многих материалов, в том числе тонкопрофильных изделий, нержавеющей стали, никелевых и алюминиевых сплавов. [10]

#### **1.4.6 MIG Недостатки**

Из-за необходимости в газовом баллоне с защитным газом MIG-сварка плохо подходит для тех случаев, где важны мобильность и удобство эксплуатации. Кроме того, для сварки MIG понадобится целый комплект дополнительного газового оборудования: шланг, редуктор, клапан в механизме подачи и индикатор расхода газа.

Для того, чтобы приступить к работе, сварщику сначала нужно счистить с поверхности краску, ржавчину и иные загрязнения.

MIG отличается мягкой дугой, которая плохо подходит для сварки толстопрофильных материалов (с компактным аппаратом 115В Вы сможете сваривать материалы не более 3,6 мм, с аппаратом 220В — до 6 мм или ¼"). По мере увеличения толщины материала возрастает риск образования наплывов, так как эти компактные аппараты не способны обеспечить необходимое для полного проплавления тепловложение. [10]

#### **1.4.7 Порошковая проволока. Преимущества**

Самозащитная сварочная проволока хорошо подходит для работ под открытым небом, так как флюс в проволоке обеспечивает надежную газовую защиту даже в ветреную погоду. Она не требует газовой защиты из внешнего источника, поэтому для процесса FCAW не нужно закупать дополнительное газовое оборудование, а настройка оборудования проходит значительно проще и быстрее.

Порошковая проволока лучше подходит для сварки толстопрофильных материалов, так как она менее склонна к образованию наплывов. [10]

### **1.4.8 Порошковая проволока. Недостатки**

Порошковая проволока не рекомендуется для тонких материалов (менее 0,9мм).

Сварка порошковой проволокой требует точной настройки аппарата. Даже небольшой поворот регулятора приведет к значительному изменению поведения дуги. Кроме того, при этом важно следить за правильным положением и наклоном горелки.

Для этого процесса характерны разбрызгивание и шлакообразование, из-за чего перед последующей окраской или обработкой может потребоваться очистка поверхности.

Следует отметить, что некоторые аппараты пригодны для MIG и FCAW-сварки, хотя для каждого из этих процессов может понадобится отдельный комплект дополнительного оборудования. Для перехода с одного процесса на другой обычно приходится сменить приводные ролики механизма подачи, защитный газ, проволокопроводы, контактный наконечник и настройки аппарата. [10]

### **1.4.9 Краткое описание Lincoln Electric Power Wave**

#### **Производительность, качество, универсальность**

Список функций аппаратов Power Wave AC/DC 1000 SD включает в себя технологию Управления формой волны для сварки под флюсом, режимы постоянной силы тока и постоянного напряжения и возможность регулировки частоты и амплитуды тока. Программное управление переменным и постоянным током прямой или обратной полярности позволяет оператору точно контролировать производительность наплавки и глубину проплавления. В результате удастся значительно увеличить скорость сварки по сравнению с

обычными источниками питания, обеспечить высокое качество и повысить эффективность сварки одной или несколькими дугами. [11]

Питание от распространенного переменного тока 380-575 В, 50/60 Гц позволяет работать в любой точке мира.

Компенсация напряжения и надежный входной разъем обеспечивают бесперебойную работу даже при колебаниях напряжения сети в пределах  $\pm 10\%$ .

Быстрое переключение полярности без необходимости в изменении конфигурации аппарата – позволяет свести к минимуму время простоя.

Простая организация параллельной работы и многодуговой сварки.

3-фазное питание – позволяет избавиться от нестабильности, характерной для сварочных аппаратов на основе трансформатора переменного тока.

95-процентная коррекция коэффициента мощности – позволяет установить сразу несколько устройств на ограниченную инфраструктуру предприятия и, как следствие, сократить затраты.

Высокая надежность – возможность работы и хранения под открытым небом. Соответствует стандарту IP23.

Подключение через ArcLink, Ethernet и DeviceNet для удаленного наблюдения, управления и решения возникающих проблем.

True Energy – измерение, расчет и отображение текущего тепловложения для комфортной работы в случаях, когда величина тепловложения имеет большое значение. [11]

Программные пакеты Checkpoint и Production Monitoring 2.2 – с помощью собственного сервера или нашего облачного сервиса Вы можете просматривать и анализировать сварочные данные практически с любого устройства – настольного компьютера, ноутбука, iPhone, iPad, Blackberry и т. д. В частности, Вы можете отслеживать использование оборудования, записывать данные сварки, настраивать ограничения на допустимые отклонения и многое другое.



Программное управление – регулярное обновление ПО с добавлением новых функций.

Цифровое управление iARC – в 90 раз более быстрое по сравнению с предыдущим поколением – гарантирует легкое управление дугой.

Заводское тестирование на прожиг на максимальной мощности в течение 2 часов для подтверждения качества и надежности устройства. [11]

## **1.5 Заключение**

Проанализировав литературу, сопоставив с регламентирующими документами, требованиями к качеству сварки ГДО. Выбираем MIG сварку на оборудование POWER WAVE® S 500CE, так как полностью соответствует требованиям РД 03-614-03 что является необходимым условием для изготовления основания крепи механизированной. Сварочную проволоку выбираем диаметром 1,2мм СВ-08ГСМТ так же соответствует РД 03-615-03. Выбранное оборудование и сварочный материал по результатам контроля будет отвечать требованиям РД 03.606.03. Ручная дуговая сварка обладает низкой производительностью, сварка под слоем флюса применяется на швах длиной не менее одного метра. Соответственно, выше перечисленные виды сварки не актуальны для данной конструкции: низкое КПД, нерентабельность, качество не будет соответствовать требуемому.

## **2 Объект и методы исследования**

### **2.1 Описание сварной конструкции**

Изготавливаемое изделие, основание МКЮ.4У.58, является одной из основных частей крепи МКЮ.4У.Крепь механизированная МКЮ.4У поддерживающе-оградительного типа предназначена для механизации крепления призабойного пространства, поддержания и управления кровлей, включая тяжелые по проявлению горного давления, передвижки забойного конвейера при ведении очистных работ на пологих и наклонных пластах. Крепь оснащается устройствами якорения, правки, а также корректировки трассы и удержания лавного конвейера. Конструкция изделия представлена на чертеже ФЮРА.0МКЮ.4У.165.00.000СБ. Спецификация основания приведена в приложении А. Габаритные размеры изделия: 3020 мм × 1400 мм × 630 мм.

Масса, кг: 3427 кг.

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

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

При изготовлении основания крепи механизированной, требуются НД для опасных производственных объектов.

– Приказ от 11 декабря 2020 года N519 Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Требования к производству сварочных работ на опасных производственных объектах"; [12]

– РД 03-613-03 Порядок применения сварочных материалов при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов; [12]

Настоящий документ составлен по результатам анализа и систематизации опыта работ по аттестации сварочных материалов в соответствии с «Порядком применения сварочных материалов при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов (РД 03-613-03)» и содержит рекомендации, которые разъясняют некоторые положения указанного документа и унифицируют методологию выполнения и оформления работ. [12]

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

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

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

Настоящий документ устанавливает порядок применения технологий сварки (наплавки), предназначенных для использования и или используемых при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов, а также требования и условия проведения испытаний, аттестации и оформления их результатов. [13]

РД 03-606-03 «Инструкция по визуальному и измерительному контролю»

Настоящий стандарт распространяется также на магнитопорошковую дефектоскопию сварных швов метод неразрушающего контроля материалов, конструкций, изделий предназначенные для обнаружения невидимых или слабо видимых невооруженным глазом дефектов. Стандарт устанавливает область применения, общие требования к дефектоскопическим материалам, аппаратуре, классам чувствительности, технологической последовательности выполнения операций, обработке и оформлению результатов контроля и требования безопасности. ГОСТ 14771-76 Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры (с Изменениями N 1, 2, 3); [14]

Настоящий документ устанавливает основные типы, конструктивные элементы и размеры сварочных швов в зависимости от сварочного соединения, наличия скоса кромок и т.д.

– ГОСТ Р 50402-2011 (ИСО 5175:1987) Оборудование для газовой сварки, резки и родственных процессов. Устройства предохранительные для горючих газов и кислорода или сжатого воздуха. Технические требования и испытания. [15]

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

Зазоры между деталями, собранными под сварку, смещения кромок деталей при стыковой сварке и геометрические размеры сварных швов должны соответствовать требованиям РД 03-615-03 ГОСТ 14771-76 ; ГОСТ5264-80 для не ответственных швов в конструкции. [16].

Изделия, не принятые техническим контролем ,на сборку, под сварку не допускаются.

Кромки изделий, подлежащие сварке, и прилегающие к ним поверхности, должны быть сухими и не иметь сплошной и подповерхностной коррозии, литейного пригара, любых покрытий и загрязнений на ширине,

превышающей не менее чем на 10 мм величину катета или ширину сварного шва. Шероховатость поверхностей торцов не должна быть более параметра Rz 80 мкм. [17]

### **2.2.2 Требования к сварке и прихватке**

Соединение деталей при сборке стальных конструкций следует производить посредством прихваток, которые накладываются в местах расположения швов, и приваркой технологических креплений.

Прихватки, выполненные в случае необходимости вне расположения швов, и технологические крепления после сварки должны удаляться и зачищаться до основного металла, кроме случаев, оговоренных в чертеже. Прихватки, расположенные между участками прерывистого шва, допускается не удалять.

Размеры сечения прихваток должны составлять 0,7 размеров сечения шва, но не более 6 мм (при последующей сварке прихватки должны быть перекрыты швом). Прихватки с катетом более 6 мм оговариваются в технологической документации.

Прихватки необходимо выполнять теми же материалами, что и сварной шов, по режимам, установленным для сварки.

При дуговой сварке под флюсом и в среде углекислого газа допускается дуговая прихватка электродами.

По окончании сборочных работ швы прихваток и места под сварку должны быть зачищены от шлака и брызг металла. [17]

Порядок наложения швов и режимы сварки должны обеспечивать минимальные сварочные напряжения и деформации.

При двухсторонней сварке с разделкой кромок перед наложением шва с обратной стороны корень шва должен быть удален до «здорового» металла.

При выполнении сварки прерывистым швом концы деталей должны быть проварены независимо от шага шва.

По окончании сварочных работ сварные швы должны быть очищены от шлака и брызг металла.

Сверка стальных конструкций должна производиться лицами, имеющими удостоверение, в квалификация которых соответствует выполняемой работе.

Сварочные работы должны производиться, как правило, в закрытых помещениях при положительной температуре окружающего воздуха. [17]

Предельные отклонения несопрягаемых размеров, получающихся после сварки, не должны превышать значений, указанных в таблице 2.1. [17]

Таблица 2.1 – Предельные отклонения несопрягаемых размеров

Интервал номинальных размеров, мм	Предельные отклонения размеров между поверхностями, ±	
	обработанными резанием	не обработанными резанием
До 180 вкл.	1,5мм	2,0мм
Св. 180 до 260 вкл.	1,5 мм	2,5 мм
" 260 " 500 "	2,0 мм	3,0 мм
"500 " 3150 "	$\frac{JT16}{2}$ по ОСТ 12.44.111-79	$\frac{JT17}{2}$ по ОСТ 12.44.111-79
"3150 " 10000"	$\frac{JT16}{2}$ по СТ СЭВ 177-75	$\frac{JT16}{2}$ по СТ СЭВ 177-75
Примечание. Если требуемую точность конструкции невозможно обеспечить сваркой, то ее следует достигать за счет последующей обработки резанием.		

### **2.2.3 Требования к сборке сварного изделия**

В серийном и массовом производствах оборка под сварку должна производиться на сборочных плитах, стендах, стеллажах, в кондукторах, переналаживаемой оснастке УСП и других приспособлениях, обеспечивающих требуемое расположение деталей.

Простейшие неответственные конструкции допускается собирать без приспособлений.

Собранная конструкция подлежит приемке техническим контролем.

[17]

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

Для предупреждения образования трещин сварку первого корневого слоя многопроходного шва соединений с разделкой кромок необходимо выполнять с соблюдением следующих условий [18]:

- при сварке проволокой диаметром 1,2 мм высота валика не должна быть менее 5 мм.

В многослойных швах перед наложением каждого последующего шва предыдущий должен быть очищен от шлака. [17]

Сварные соединения элементов с толщиной стенки более 6 мм подлежат маркировке с указанием шифров клейм сварщиков, позволяющих идентифицировать сварщиков, выполнявших сварку. Необходимость и способ маркировки сварных соединений с толщиной стенки менее 6 мм устанавливаются требованиями ПТД. Способ маркировки должен исключать наклёп, подкалку или недопустимое уменьшение толщины металла и обеспечить сохранность маркировки в течение всего периода эксплуатации технического устройства.

При выполнении сварного соединения несколькими сварщиками на нем должны быть поставлены клейма всех сварщиков, участвовавших в сварке.

При выполнении всех сварных соединений одним сварщиком допускается указывать шифр клейма сварщика в доступном для осмотра месте, заключённом в рамку, наносимую несмываемой краской. Место маркировки в таком случае должно быть указано в паспорте технического устройства. [19]



## **2.2.5 Требования к оформлению документации**

Документацию следует оформлять в соответствии с приведенными ниже документами.

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

## **2.2.6 Требования к контролю**

Контроль качества сварных соединений стальных конструкций производится согласно РД 03-606-03 «инструкция по визуальному и измерительному контролю» [14]

Стандарт устанавливает область применения, общие требования к дефектоскопическим материалам, аппаратуре, классам чувствительности, технологической последовательности выполнения операций, обработке и оформлению результатов контроля и требования безопасности

– внешним осмотром с проверкой геометрических размеров и формы швов в объеме 100 %

Результаты контроля качества сварных соединений стальных конструкций должны отвечать требованиям СНиП 3.03.01-87 (пп. 8.56-8.76), РД 03-606-03 [20]

Контроль размеров сварного шва и определение величины выявленных дефектов следует производить измерительным инструментом, имеющим точность измерения  $\pm 0,1$  мм, или специальными шаблонами для проверки геометрических размеров швов. При внешнем осмотре рекомендуется применять лупу с 5-10-кратным увеличением.

Трещины всех видов и размеров в швах сварных соединений конструкций не допускаются и должны быть устранены с последующей заваркой и контролем.

Контроль швов сварных соединений конструкций неразрушающими методами следует проводить после исправления недопустимых дефектов, обнаруженных внешним осмотром.

Выборочному контролю швов сварных соединений, качество которых согласно проекту требуется проверять неразрушающими физическими методами, должны подлежать участки, где наружным осмотром выявлены дефекты, а также участки пересечения швов. Длина контролируемого участка не менее 100 мм.

По результатам МПД контроля швы сварных соединений конструкций должны удовлетворять требованиям РД 34.15.132-96 и по результатам ультразвукового контроля этим же требованиям. [20]

В швах сварных соединений конструкций, возводимых или эксплуатируемых в районах с расчетной температурой ниже минус 40 °С до минус 65 °С включительно допускаются внутренние дефекты, эквивалентная площадь которых не превышает половины значений допустимой оценочной площади РД 34.15.132-96. [20] При этом наименьшую поисковую площадь

необходимо уменьшить в два раза. Расстояние между дефектами должно быть не менее удвоенной длины оценочного участка.

В соединениях, доступных сварке с двух сторон, а также в соединениях на подкладках суммарная площадь дефектов (наружных, внутренних или тех и других одновременно) на оценочном участке не должна превышать 5 % площади продольного сечения сварного шва на этом участке.

В соединениях без подкладок, доступных сварке только с одной стороны, суммарная площадь всех дефектов на оценочном участке не должна превышать 10 % площади продольного сечения сварного шва на этом участке.  
[20]

### **2.3 Методы проектирования**

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

Обзор литературы – это часть исследования, в которой был рассмотрен обзор существующей литературы по теме: современные способы MIG\MAG сварки

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

Проектировочным методом был спроектирован участок сборки-сварки

основания, сборочно-сварочное приспособление.

## **2.4 Постановка задач**

При выполнении выпускной квалификационной работы требуется, анализируя литературу, выбрать подходящее оборудование для MIG сварки, материалы для сварки, разработка технологического процесса основания механизированной крепи, проектирование участка сборки-сварки а также уменьшение трудоёмкости и повышение качества сборки за счет разработки приспособления для сборочно-сварочных работ .

произвести техническое нормирование операций, материальное нормирование;

1) определить потребный состав всех основных элементов производства;

2) разработать участок сборки и сварки основания;

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

### 3 Разработка технологического процесса

#### 3.1 Анализ исходных данных

##### 3.1.1 Основные материалы

Основание – это цельносварная конструкция из элементов листового проката и литья, которая изготовлена из сталей 14ХГ2САФД, 35Л.

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

Таблица 3.1 – Химический состав стали 14ХГ2САФД (ТУ 14-1-4632-93) в % [15]

<i>C, %</i>	<i>Mn, %</i>	<i>Si, %</i>	<i>Cu, %</i>	<i>N, %</i>	<i>V, %</i>	<i>Al, %</i>	<i>Cr, %</i>	<i>Ni, %</i>	<i>P, %</i>	<i>S, %</i>
							Не более			
0,12-0,18	1,4-1,9	0,4-0,7	0,1-0,4	0,01-0,02	0,04-0,08	0,01-0,05	0,05	0,3	0,035	0,02

Таблица 3.2 – Механические свойства стали 14ХГ2САФД [15]

$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta_5$ , %	$KCU_{40}$ Дж/м <sup>2</sup>
490-735	590-835	16	59

Химический состав и механические свойства стали 35Л приведены в таблицах 3.3 и 3.4.

Таблица 3.3 – Химический состав стали 35Л (ГОСТ 977-88) [21]

<i>C, %</i>	<i>Mn, %</i>	<i>Si, %</i>	<i>Cr, %</i>	<i>Ni, %</i>	<i>V, %</i>	<i>P, %</i>	<i>S, %</i>
0,32-0,40	0,45-0,90	0,2-0,52	-	-	-	Не более	
						0,04	0,045

Таблица 3.4 – Механические свойства стали 35Л [21]

$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta_5$ , %	$\psi$ , %	$KCU_{40}$ Дж/м <sup>2</sup>
275	491	15	25	34

Основным критерием при выборе материала является свариваемость. При определении понятия свариваемости металлов необходимо исходить из физической сущности процессов сварки и отношения к ним металлов. Процесс сварки – это комплекс нескольких одновременно протекающих процессов, основными из которых являются: процесс теплового воздействия на металл в околошовных зонах, процесс плавления, металлургические процессы, кристаллизация металлов в зоне сплавления. Следовательно, под свариваемостью необходимо понимать отношение металлов к этим основным процессам. Свариваемость металлов рассматривают с технологической и физической точки зрения. [22]

Для классификации по свариваемости стали подразделяются на четыре группы [23]:

- первая группа – хорошо сваривающиеся стали;
- вторая группа – удовлетворительно сваривающиеся стали;
- третья группа – ограниченно сваривающиеся стали;
- четвёртая группа – плохо сваривающиеся стали.

Основные признаки, характеризующие свариваемость сталей, – это склонность к образованию трещин и механические свойства сварного

соединения.

Для определения стойкости металла против образования трещин определяют эквивалентное содержание углерода по формуле [17]:

$$C_{\text{экв}} = C + 2 \cdot S + (P/3) + ((Si - 0,4)/4) + (Ni/8) + ((Mn - 0,8)/8) + (Cu/10) + (Cr - 0,8/10), \quad (3.1)$$

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

Если углеродный эквивалент  $C_{\text{экв}}$  больше 0,45 процентов, то для обеспечения стойкости околошовной зоны против образования околошовных трещин и закалочных структур следует применять предварительный подогрев, а в ряде случаев и последующую термообработку свариваемого металла.

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 14ХГ2САФД:

$$C_{\text{экв}} = 0,12 + 2 \cdot 0,02 + (0,035/3) + ((0,4 - 0,4)/4) + (0,3/8) + ((1,4 - 0,8)/8) + (0,1/10) + (0,05 - 0,8/10) = 0,219\%.$$

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 35Л:

$$C_{\text{экв}} = 0,32 + 2 \cdot 0,045 + (0,04/3) + ((0,2 - 0,4)/4) + ((0,45 - 0,8)/8) = 0,33 \%$$

Сталь 14ХГ2САФД – легированная высокопрочная износостойкая мартенситно-бейнитная по ТУ 14-1-4632-93. Эта сталь относится к первой группе свариваемости и обладает хорошей свариваемостью [24]. Ограничения по свариваемости могут быть лишь по минимальной температуре окружающей среды (не ниже минус 10 градусов по Цельсию). Этому способствует ускоренное охлаждение шва. Кроме того, наплавленный металл иногда легируют небольшим количеством марганца и кремния через сварочную проволоку. Сталь 35Л является углеродистой ГОСТ1050-74. [24] Эта сталь относится ко второй группе свариваемости и обладает удовлетворительной свариваемостью. Ограничения по свариваемости могут быть лишь по минимальной температуре окружающей среды (не ниже минус 10 градусов по

Цельсию). При сварке низкоуглеродистых сталей легко обеспечить равнопрочность сварного шва основному металлу. Этому способствует ускоренное охлаждение шва. Кроме того, наплавленный металл иногда легируют небольшим количеством марганца и кремния через сварочную проволоку.

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

Способы сварки при разработке технологии следует выбирать как из числа типовых, так и из числа специальных способов сварки, чтобы проектируемая технология наиболее соответствовала современным требованиям, была эффективной и перспективной.

Выбранный способ сварки должен удовлетворять требованиям, установленным исходными данными. Если в результате выбора предполагается несколько способов, то окончательный выбор производится по результатам экономической эффективности.

Для сталей 14ХГ2САФД, 35Л рекомендуются следующие способы сварки: механизированная и автоматическая сварка в среде защитных газов  $Ar+CO_2$  электродной проволокой диаметром 0,8...2,0 мм; автоматическая дуговая сварка под флюсом электродной проволокой диаметром 1,6...5,0 мм; электрошлаковая сварка проволочными, пластинчатыми и комбинированными электродами [24].

В цеховых условиях рекомендуется механизированный способ сварки. Так как изделие, которое мы будем рассматривать состоит из металла большой толщины, то на основе этого и учитывая раздел обзор литературы выбираем механизированную сварку плавящимся электродом в смеси защитного газа ( $Ar+CO_2$ ).



### 3.1.3 Выбор сварочных материалов

При выборе сварочной проволоки руководствуясь нормативными документами п.2.2. Учитывая требуемое качество сварного соединения, агрессивностью окружающей среды где будет работать данная конструкция. Для сварки в среде защитных газов выбираем сварочную проволоку Св-08ГСМТ ГОСТ 2246-70 диаметром 1,2 миллиметра.

Химический состав проволоки приведен в таблице 3.5

Таблица 3.5 – Химический состав проволоки в % по ГОСТ 2246-70 [25]

Марка проволоки	Химический состав							
	С	Mn	Si	Ti	Ni	Cr	S	P
					не более			
Св-08ГСМТ	0,06-0,11	1,00-1,30	0,40-0,70	0,05-0,12	0,3	0,3	0,025	0,03

Для защиты сварочной дуги и сварочной ванны принимаем смесь ISO 14175 – M21, двуокиси углерода с аргоном в соотношении 20% двуокиси углерода к 80% аргона (ГОСТ Р ИСО 14175-2010).

### 3.2 Выбор основного оборудования

На основании проведенного анализа литературы в п.1; п.1.5 выбираем источники сварочного тока и сварочный аппарат для механизированной сварки POWER WAVE® S500 CE [27] и механизм подачи Lincoln Electric LF45 [28] их характеристики приведены в таблицах 3.9 и 3.10.

Таблица 3.9 – Технические характеристики аппарата POWER WAVE® S500 CE [27]

Параметр	Значение
Сеть питания	230/400/3/50-60
Номинальная мощность	500A/39B / 60% 450A/36,5B / 100%
Потребляемый ток	90/60 А
Диапазон сварочного тока	5-550ADC
Габаритные размеры (ВхШхГ)	571 мм х 355 мм х 630 мм
Вес нетто	68 кг

Аппараты Power Wave® S500 CE разрабатывались в соответствии с модульной концепцией, благодаря которой каждый потребитель может подобрать оптимальную конфигурацию для собственных задач. Благодаря соединению Arclink эти аппараты обладают сетевыми возможностями, которые позволяют подключить их к любым механизмам подачи проволоки – от LF45 до PF10M.

Достоинства [27].

Многозадачность – неограниченный выбор стандартных, импульсных и высокотехнологичных процессов сварки с возможностью установки дополнительного оборудования для процессов сварки STT® и Rapid X. Более 100 предустановленных режимов.

Enthernet в стандартной комплектации с возможностью установки бесплатных программных пакетов Power Wave® Manager, Check Point и Production Monitoring на отдельно взятое устройство или сеть из нескольких машин.

Бесплатное обновление ПО – благодаря которому каждое устройство Power Wave® может работать по самым последним алгоритмам. Благодаря

этому прошедшее апгрейд устройство сможет работать так же хорошо, как и абсолютно новое.

Надежность с гарантией необходимого вылета электрода при завершении сварки без риска застывания в сварочной ванне.

Большие, удобные переключатели – аппараты сконструированы по промышленным стандартам Lincoln Electric для эксплуатации в помещениях и под открытым небом, а также работы в тяжелых погодных условиях.

Таблица 3.10 – Технические характеристики механизма подачи LincolnElectricLF45[28]

Параметр	Значение
1	2
Приводные ролики	4 ролика, Ø 37 мм
Входная мощность, Вт	40, постоянный ток
Скорость подачи проволоки, м/мин	1,0-20,0
Диаметр проволоки, мм	0,8-1,6
Габаритные размеры, мм	440x270x636
Вес	17

Механизм LF 45 основан на модели LF33. Он предназначен для эксплуатации в самых экстремальных условиях. Эти механизмы подачи отличаются своей прочностью, компактностью и простотой в применении. Устройства получили надежный защитный корпус для применения в самых тяжелых промышленных условиях. [28]

Достоинства.

Компактный, надежный и простой в обращении– оснащен цифровым датчиками с ярким экраном.

Система из четырех приводных роликов с мощным двигателем.

Дистанционное управление– регулировка параметров сварки с горелки (режим, скорость подачи).

В стандартный набор функций входятгорячий/мягкий старт и заварка кратеров. [28]

### **3.3 Расчет технологических режимов**

Все модели Power Wave®, произведенные с 2002 года, имеют функцию "поиска режима сварки". Она позволяет сварщику быстро подобрать подходящий режим сварки всего лишь несколькими действиями в меню.

Процесс работы с этой функцией описан на новойнаклейке внутри аппаратов Power Wave® S500CE и механизмов подачи проволоки Power Feed® 10M (см. ниже).

Функция поиска режима сварки после включения автоматически определяет конфигурацию источника питания и показывает только совместимые с ней режимы сварки.

Функция обратной связи по напряжению.

Power Wave S350 / S500 CE может автоматически определять подключение проводов обратной связи и переключаться в режим дистанционного измерения напряжения обратной связи. Эта функция отменяет необходимость переключенияизмерения напряжения обратной связи(дистанционно или с выходных разъемов). [ 11 ]

Режим сварки определяет выходные характеристикиисточника питания Power Wave. Каждый режим разработан для конкретного материала проволоки,еёдиаметра и типа защитного газа. С поддержкой программ

POWER MODE®; RAPID ARC®; PULSE ON PULSE® ;RAPID XTM;STT® [10]

В данной сборке учитывается стандартная программа MIG\MAG с обратной связью по напряжению. [26]

### **3.4 Выбор оснастки**

Сборочно-сварочной оснасткой называют совокупность приспособлений и специального инструмента для выполнения слесарных, сборочных, монтажных и других видов работ. Поэтому термин «оснастка» чаще применяется в судостроении, монтаже, строительстве. Применение сварочных приспособлений позволяет уменьшить трудоемкость работ; повысить производительность труда; сократить длительность производственного цикла; улучшить условия труда; повысить качество продукции; расширить технологические возможности сварочного оборудования; способствует повышению комплексной механизации и автоматизации производства и монтажа сварных изделий.

К конструкциям сварочных приспособлений предъявляется целый ряд требований [29]:

- удобство в эксплуатации (предполагает доступность к местам установки деталей, зажимным устройствам и устройствам управления, местам наложения прихваток и сварных швов, удобные позы рабочего, минимум его наклонов и хождений и другие требования научной организации труда);
- обеспечение заданной последовательности сборки и наложения швов в соответствии с разработанным технологическим процессом;
- обеспечение заданного качества сварного изделия (приспособление должно быть достаточно прочным а закрепляемые детали

оставаться в требуемом положении без деформирования их при сварке);

- возможность использования сварочных приспособлений типовых, унифицированных, нормализованных и стандартных деталей, узлов и механизмов (это способствует снижению их себестоимости приспособлений, сроков их проектирования и изготовления, повышению ремонта-способности и т.п.).

- обеспечение сборки всей конструкции с одной установки, наименьшего числа поворотов при сборке и прихватке (сварке), свободного съема собранного и сваренного (прихваченного) изделия или монтажного приспособления;

- обеспечение быстрого отвода тепла от места сварки для уменьшения коробления, заданного угла поворота изделия, свободной установки и съема изделия, свободного доступа для осмотра, наладки и контроля;

- технологичность деталей и узлов приспособления, а также приспособления в целом;

- использование механизмов для загрузки, подачи и установки деталей, снятия, выталкивания и выгрузки собранного изделия, применения других средств комплексной механизации.

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 технологические распорки.

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 так же мостовой кран грузоподъемностью до 5 тонн. [29]

В разработанном технологическом процессе применяется индивидуально разработанное сборочно-сварочное приспособление ФЮРА.000001.165.00.000СБ и позиционер. Спецификация приспособления сборочно-сварочного 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 основания состоит из операций: заготовительной, комплектовочной, сборочных, сварочных, слесарной, контрольной, транспортной. [22]

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.

Сварка является одной из основных операций изготовления сварочного изделия. Она осуществляется в соответствии с технической документации 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. [22]

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. [22]

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

На листе-плакате ФЮРА.000006.165 ЛП представлена технологическая схема сборки основания.



### **3.6 Выбор методов контроля, регламент, оборудование**

Обеспечение высокого качества сварочных работ – наиболее важная проблема в области сварки.

Качество сварных соединений в значительной мере определяет эксплуатационную надёжность и экономичность конструкции. [30]

Дефекты сварных соединений – отклонения от заданных свойств, сплошности и формы шва, свойств и сплошности околошовной зоны, что приводит к нарушению прочности и других эксплуатационных характеристик изделия.

Дефекты могут быть допустимыми и недопустимыми. Вид и размер допустимых дефектов обычно указывается в технических условиях или стандартах на данный вид изделия.

При изготовлении основания применяется визуальный измерительный контроль сварных швов согласно РД 03-606-032. «Инструкция по визуальному и измерительному контролю». Внешним осмотром выявляют несоответствие шва геометрическим размерам, наплывы, подрезы, глубокие кратеры, прожоги, трещины, непровары, свищи, поры и т.д. А также применяется неразрушающий контроль сварных соединений магнитопорошковая дефектоскопия для обнаружения поверхностных и внутренних дефектов сварного шва. [30].

Сварные соединения рассматриваются невооружённым глазом или с помощью лупы при хорошем освещении; обмер швов производят с помощью инструментов (штангенциркуль линейка и т.д.) и шаблонов-катетометров (Ушера-Маршака и т.д.).

Далее проводится операционный контроль сварочных работ.

Операционный контроль сварочных работ выполняется производственными мастерами службы сварки и контрольными мастерами службы технического контроля (СТК).

Перед началом сварки проверяется:

- наличие у сварщика допуска к выполнению данной работы;
- качество сборки или наличие соответствующей маркировки на собранных элементах, подтверждающих надлежащее качество сборки;
- состояние кромок и прилегающих поверхностей;
- наличие документов, подтверждающих положительные результаты контроля сварочных материалов;
- состояние сварочного оборудования или наличие документа, подтверждающего надлежащее состояние оборудования;
- температура предварительного подогрева свариваемых деталей (если таковой предусмотрен НТД или ПТД).

В процессе сварки проверяется:

- режим сварки;
- последовательность наложения швов;
- размеры накладываемых слоев шва и окончательные размеры шва;
- выполнение специальных требований, предписанных ПТД;
- наличие клейма сварщика на сварном соединении после окончания сварки.

Контроль сварных соединений стальных конструкций.

Контроль качества сварных соединений стальных конструкций производится:

- внешним осмотром с проверкой геометрических размеров и формы швов в объеме 100%.

Результаты контроля качества сварных соединений стальных конструкций должны отвечать требованиям СНиП 3.03.01-87 (пп. 8.56-8.76).

Контроль размеров сварного шва и определение величины выявленных дефектов следует производить измерительным инструментом, имеющим точность измерения  $\pm 0,1$  мм, или специальными шаблонами для проверки геометрических размеров швов. При внешнем осмотре рекомендуется применять измерительную лупу с 5-10-кратным увеличением.

Трещины всех видов и размеров в швах сварных соединений конструкций не допускаются и должны быть устранены с последующей заваркой и контролем.

Выборочному контролю швов сварных соединений, качество которых согласно проекту, требуется проверять неразрушающими физическими методами, должны подлежать участки, где наружным осмотром выявлены дефекты, а также участки пересечения швов. Длина контролируемого участка не менее 100 мм. [30]

При изготовлении основания применяется визуально измерительный контроль сварных швов. Данным способом контролируют исходные детали и готовую продукцию, обнаруживают отклонения формы деталей и изделий, изъяны металла, обработки поверхности и видимые дефекты сварных швов.

Для ВИК применяются: Люксметр, штангенциркуль ШЦ-1-150.0,005, измерительная лупа, линейка и Шаблон Ушерова-Маршака.

При испытаниях применяется магнитопорошковый метод контроля (МПД).

Магнитная дефектоскопия представляет собой комплекс методов неразрушающего контроля, применяемых для обнаружения дефектов в ферромагнитных металлах (железо, никель, кобальт и ряд сплавов на их

основе). К дефектам, выявляемым магнитным методом, относят такие дефекты как: трещины, волосовины, неметаллические включения, несплавления, флокены. Выявление дефектов возможно в том случае, если они выходят на поверхность изделия или залегают на малой глубине (не более 2-3 мм).

Магнитные методы основаны на изучении магнитных полей рассеяния вокруг изделий из ферромагнитных материалов после намагничивания. В местах расположения дефектов наблюдается перераспределение магнитных потоков и формирование магнитных полей рассеяния. Для выявления и фиксации потоков рассеяния над дефектами используются различные методы.

Наиболее распространенным методом магнитной дефектоскопии является магнитопорошковый метод. При использовании метода магнитопорошковой дефектоскопии (МПД) на намагниченную деталь наносится магнитный порошок или магнитная суспензия, представляющая собой мелкодисперсную взвесь магнитных частиц в жидкости. Частицы ферромагнитного порошка, попавшие в зону действия магнитного поля рассеяния, притягиваются и оседают на поверхности вблизи мест расположения несплошностей. Ширина полосы, по которой происходит оседание магнитного порошка, может значительно превышать реальную ширину дефекта. Вследствие этого даже очень узкие трещины могут фиксироваться по осевшим частицам порошка невооруженным глазом. Регистрация полученных индикаторных рисунков проводится визуально или с помощью устройств обработки изображения.

Магнитопорошковый метод неразрушающего контроля выполняется согласно ГОСТ Р 56512-2015 - напряженности магнитного поля и его распределения по поверхности объекта контроля ; плоскостями выявленных дефектов; способы нанесения на объект контроля; «Контроль неразрушающий Магнитопорошковый метод».

Магнитопорошковый метод применяется для контроля изделий из ферромагнитных материалов, имеющих относительную магнитную проницаемость не менее 40. Чувствительность контроля данным методом зависит от различных факторов, в том числе от магнитных характеристик исследуемого материала, формы, размеров и шероховатости объекта контроля (макс.  $Ra$  10/ $Rz$  63), напряженности приложенного поля, местоположения и ориентации дефектов и свойств магнитного порошка. Согласно ГОСТ 21105 устанавливаются 3 условных уровня чувствительности (А, Б, В). Они характеризуются минимальной шириной раскрытия и минимальной протяженностью выявляемого дефекта.

Магнитопорошковый метод включает в себя следующие операции [31]:

- подготовка к контролю;
- намагничивание;
- нанесение дефектоскопического материала;
- осмотр поверхности и регистрация индикаторных рисунков;
- размагничивание

Перед проведением контроля изделие должно быть зачищено от масла, окалины и других загрязнений. Подготовку поверхности для уменьшения сил трения осуществляют пескоструйной и механической обработкой. Применяется также грунтовка поверхности красками и лаками, обеспечивающими необходимый контраст с порошком.

Для намагничивания и размагничивания объектов контроля применяются стационарные или передвижные магнитные дефектоскопы. Дефектоскопы снабжаются измерителями намагничивающего тока, а также устройствами для осмотра поверхности и регистрации индикаторных картинок (измерительные лупы, микроскопы, эндоскопы или автоматизированные

системы получения изображений). Используются различные виды намагничивания: циркулярное, продольное, комбинированное.

Магнитопорошковый метод контроля может осуществляться двумя различными способами. При применении способа остаточной намагниченности дефектоскопический порошок наносят после снятия намагничивающего поля. При применении способа приложенного поля операция намагничивания и нанесение порошка осуществляются одновременно. Выбор способа контроля зависит от магнитных свойств материала изделия и требуемой чувствительности.

Применяемые для контроля материалы могут иметь различные оттенки (от светло-серых и желтоватых до красно-коричневых и черных) в зависимости от цвета контролируемой поверхности. Магнитные порошки, на поверхность которых нанесен слой люминофора, позволяют повысить чувствительность метода.

Нанесение магнитного материала осуществляют следующими способами [31]:

- с использованием магнитного порошка (сухой способ);
- с использованием магнитной суспензии (влажный способ);
- магнитогуммированной пасты.

Сухой порошок равномерно распределяют на поверхности с помощью распылителей или погружением изделия в емкость с порошком. Суспензию наносят путем полива или погружения изделия в ванну с суспензией. Удобны в использовании аэрозольные баллончики, содержащие суспензии магнитных материалов на водной или масляной основе.

Качество применяемых магнитных материалов оценивается по методикам, приведенным в нормативной документации на их поставку. Перед

проведением контроля качество готовых порошков и суспензий определяется на контрольных (стандартных) образцах, имеющих дефекты известного размера и аттестованных в установленном порядке. С помощью контрольных образцов также отрабатывается технология контроля в для достижения заданной чувствительности.

При проведении контроля частицы материала намагничиваются и под действием результирующих сил образуют скопления в виде полосок (валиков). После формирования индикаторной картинки из осевшего порошка осуществляется осмотр контролируемого изделия. При визуальном осмотре могут быть использованы оптические устройства, позволяющие увеличить изображение. Рекомендуется применять комбинированное освещение (местное и общее).

При применении люминесцентных порошков осмотр поверхности проводят при ультрафиолетовом облучении. Используются ультрафиолетовые фонари, лампы, а также индукционные источники ультрафиолетового излучения.

Преимущества магнитопорошкового метода неразрушающего контроля заключаются в его относительно небольшой трудоемкости, высокой производительности и возможности обнаружения поверхностных и подповерхностных дефектов. При помощи этого метода выявляются не только полые несплошности, но и дефекты, заполненные инородным веществом. Магнитопорошковый метод может быть применен не только при изготовлении деталей, но и в ходе их эксплуатации, например, для выявления усталостных трещин. [31]

Для выполнения контроля применяется магнитопорошковый дефектоскоп NOVOTEST МПД-17П.

Магнитопорошковый дефектоскоп NOVOTEST МПД-17П предназначен для проведения качественного неразрушающего контроля различных поверхностных и подповерхностных дефектов, возникающих в металлических (ферромагнитных) конструкциях и изделиях. Прибор позволяет обнаружить такие дефекты, как трещины, раковины, дефекты сварных соединений, волосовины, неоднородности, расслоения.

Магнитопорошковый дефектоскоп МПД-17П применяют на предприятиях железнодорожного транспорта при проведении различного ремонта подвижного состава (контроль качества деталей и узлов). Прибором контролируют качество головной части автосцепки СА-3, СА-3М и боковых рам вагонных тележек. Кроме того, на металлургических, машиностроительных и других промышленных предприятиях с помощью магнитопорошкового дефектоскопа возможен контроль качества различных изделий и конструкций, а также автоматическое размагничивание контролируемых деталей.

Магнитопорошковый дефектоскоп МПД-17П применяется в соответствии с ГОСТ Р 56512-2015 и ГОСТ 26697:

- проведение контроля магнитопорошковым методом с помощью электромагнита способом приложенного поля;
- автоматическое размагничивание детали (отдельных участков детали) убывающим магнитным полем;
- контроль напряженность тока намагничивания.

По желанию заказчика в комплект поставки могут входить электромагниты различных типов.

Основные преимущества магнитопорошкового дефектоскопа МПД-17П [32]:



- простой и надежный в работе прибор;
- возможность использования различных вариантов электромагнитных клещей, включая специализированные;
- электромагнитные клещи с регулируемым межполюсным расстоянием;
- регулировка напряжения тока намагничивания;
- функция размагничивания контролируемой детали;
- возможность применение магнитных суспензий и сухих магнитных порошков;
- не большие габариты и вес прибора.

Технические характеристики магнитопорошкового дефектоскопа МПД-17П представлены в таблице 3.11.

Таблица 3.11 Технические характеристики магнитопорошкового дефектоскопа МПД-17П [32]

Характеристика	Значение
Условный уровень чувствительности по ГОСТ Р 56512-2015	“А”
Границы допустимой основной относительной погрешности измерения напряжения намагничивания, %	±10
Значение тока намагничивания, не менее, А	10
Номинальное напряжение питания электромагнита, В	36
Источник питания - однофазная сеть переменного тока с номинальным значением	220± 10% В 50 Гц
Рабочий диапазон температур, °С	от -5 до +50
Габаритные размеры блока управления, не более мм (ДхШхВ)	260 x 190 x 360
Вес блок управления, кг	6,6

### 3.7 Разработка технической документации

Основное требование к технологии любой совокупности операций, выполняемых на отдельном рабочем месте, заключается в рациональной их последовательности с использованием необходимых приспособлений и оснастки. При этом должны быть достигнуты соответствующие требования чертежа, точность сборки, возможная наименьшая продолжительность сборки и сварки соединяемых деталей, максимальное облегчение условий труда, обеспечение безопасности работ. Выполнение этих требований достигается применением соответствующих рациональных сборочных приспособлений, подъёмно-транспортных устройств, механизации сборочных процессов. [33]

Разработка технологических процессов включает: [33]

1. расчленение изделия на сборочные единицы;
2. установление рациональной последовательности сборочно-сварочных, слесарных, контрольных и транспортных операций;
3. выбор типов оборудования и способов сварки.

В результате должны быть достигнуты:

- возможная наименьшая трудоёмкость;
- минимальная продолжительность производственного цикла;
- минимальное общее требуемое число рабочих;
- наилучшее использование производственного транспорта вспомогательного оборудования;
- возможный наименьший расход производственной энергии.

Для удобного расположения всех записей и расчётных данных технологический процесс выполняют на особых бланках, называемых

ведомостями технологического процесса, технологическими и инструкционными картами.

Эти бланки после их заполнения составляют документацию разработки технологического процесса, которые должны содержать: [33]

- наименование и условное обозначение изделия;
- название и условное обозначение (номер) сборочной единицы;
- число данных сборочных единиц в изделии;
- перечень данных сборочных единиц в изделии;
- название цеха;
- указание, откуда должны поступить детали на сборку и сварку и куда должна быть отправлена готовая сборочная единица;
- последовательный перечень всех операций;
- сведения по каждому переходу (приспособления, сварочное оборудование, рабочий и мерительный инструмент);
- данные о принятых способах и режимах сварки
- сведения о числе рабочих, их специальности и квалификации;
- нормы трудоёмкости, расходы основных и вспомогательных материалов.

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

Изготовление основания секции крепи начинается на сборочно-сварочном приспособлении ФЮРА.000001.165.00.000СБ, на котором собираются листы нижние поз. 14 и поз. 15, боковины поз. 17 и поз. 18, пяты опорные поз. 11 (4 шт.), накладку поз. 41, портал задний поз. 19, порталы передние поз. 20 и поз. 21, боковину поз. 16 (2 шт.). Соосность отв. в дет. поз.

16 обеспечивается валами цеховыми. Размечается размер  $12 \pm 1$  и устанавливается по разметке на сб. ед. обойма поз. 1. Устанавливается направляющая поз. 3 (2 шт.), ребра поз. 39 (2 шт.) и поз. 38 (2 шт.), пластик поз. 53 (2 шт.), ребро поз. 28 (2 шт.), щитки поз. 22 и поз. 23, ребра поз. 24 и поз. 25, стержни поз. 32 (2 шт.), ребро поз. 27 (2 шт.), щиток поз. 26 (2 шт.), ребра поз. 38 (2 шт.), накладку поз. 40, проушины поз. 61 и поз. 62, накладки поз. 70 и поз. 71, проушины поз. 57 и поз. 58, накладки поз. 67 и поз. 68, накладки поз. 59 и поз. 60. Устанавливается вал цех. диаметром 35 мм на установку р-ра  $57 \pm 1$  мм. Устанавливается купол поз. 36, проушины поз. 69 (4 шт.), накладки поз. 72, поз. 73, поз. 74 и поз. 75, упоры (операция 015). Далее выполняется прихватка и сварка (операции 020-025). Затем выполняется контроль и испытание методом МПД (операции 030-035). Устанавливаются крышки поз. 29 и поз. 30, кожуха поз. 31 (2 шт.), направляющая поз. 52, шпангоут поз. 37, кронштейны поз. 4 (2 шт.) и поз. 5 (2 шт.), пластик поз. 42 (8 шт.), дуги поз. 34 (2 шт.) и поз. 35 (2 шт.), настил поз. 33, косынки поз. 7 (2 шт.), поз. 8 и поз. 9, пластики (2 шт.), дуги поз. 43 (2 шт.) и поз. 45 (2 шт.), настил поз. 47 и поз. 48, упоры поз. 79 и поз. 80, настил поз. 44 (2 шт.), проушины поз. 49 (4 шт.), обечайка поз. 50 (2 шт.), лист поз. 63, настил поз. 64, портал задний поз. 65, лист поз. 66, обечайки поз. 46 (2 шт.), обойма поз. 6 (операция 040). Потом выполняется прихватка и сварка (операции 045-050). Далее выполняется слесарная обработка, контроль и испытание методом МПД (операции 055-065). Устанавливаются замки поз. 13 (4 шт.) и поз. 12 (2 шт.), проушины поз. 56 (2 шт.), упор поз. 54, полки поз. 55 (2 шт.), проушины поз. 76 (2 шт.), пластики поз. 51 (36 шт.) и лист поз. 66 (операция 075). Выполняется прихватка и сварка (операции поз. 080-055). Там же производится слесарная обработка и контроль (операции 090-095).

Технологический процесс производства основания приведен в приложении В.

### 3.8 Техническое нормирование операций

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

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

Норма штучного времени для всех видов дуговой сварки[34]:

$$T_{ш} = T_{н.ш-к} \cdot L + t_{в.и}. \quad (3.3)$$

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

$L$  – длина сварного шва по чертежу;

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

Неполное штучно-калькуляционное время на 1 метр шва:

$$T_{н.ш-к} = (T_о + t_{в.ш}) \cdot \left(1 + \frac{a_{обс.} + a_{отл.} + a_{п-з}}{100}\right), \quad (3.4)$$

где,  $T_о$  – основное время сварки;

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

$a_{обс.}$ ,  $a_{отл.}$ ,  $a_{п-з}$  – соответственно время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности, подготовительно - заключительную работу, % к оперативному времени.

Для механизированной сварки в смеси газов плавящимся электродом сумма коэффициентов составляет 27% [34].

Основное время для механизированной сварки в смеси газов

определяется по формуле:

$$T_o = \frac{F_1 \cdot \gamma \cdot 60}{I_1 \cdot \alpha} + \frac{F_n \cdot \gamma \cdot 60}{I_n \cdot \alpha} \cdot n. \quad (3.5)$$

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

$I$  – сила сварочного тока, А;

$\gamma$  – плотность наплавленного металла, г/см<sup>3</sup>;

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

Для примера рассчитаем норму времени сборки в операции 075, и механизированной прихватки в операции 080 и сварки в смеси газов на выполнение швов №4 Т1- $\nabla$ 12 (рисунок 3.2), №2 Т1- $\nabla$ 8, №22 (нестандартный), №13 У6, №1 Т1- $\nabla$ 4, №6 Т1- $\nabla$ 16, №16 Н1- $\nabla$ 12, №40 (нестандартный), №39 (нестандартный), №26 (нестандартный), №27 (нестандартный), №15 У6 в операции 085.

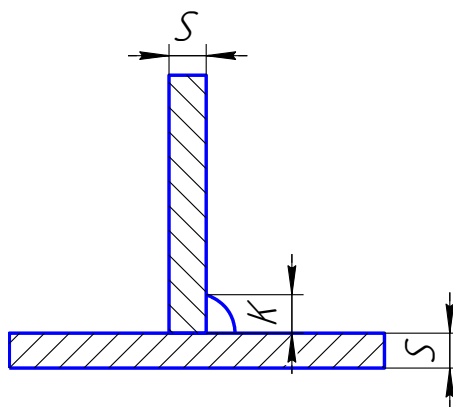


Рисунок 3.1 – Соединение Т1 $\nabla$ 12 по ГОСТ 14771-76

Исходные данные:

- марка стали 14ХГ2САФД;
- марка сварочной проволоки Св-08ГСМТ;
- сварной шов №1 тавровый Т1 без разделки кромок;
- швы по ГОСТ 14771-76 – №1 Т1- $\nabla$ 14;

- длины швов: 2800 мм;
- положение шва нижнее;
- площадь поперечного сечения наплавленного металла швов

$$F_1 = 126,6 \text{ мм}^2;$$

- коэффициент наплавки для сварочной проволоки Св-08ГСМТ при механизированной сварке составляет  $\alpha_n = 15 \text{ г}/(\text{А}\cdot\text{ч})$ . [34]

Определим время на операцию 075

Предоставлены основные расчеты времени за операцию согласно требуемых формул. Дополнительные расчеты проведены вне записки.

1. Масса детали поз.13 (4 шт.)  $m_1 = 2,9 \text{ кг}$ ; установка изделия вручную на плиту  $t_1 = 0,4 \cdot 4 = 1,6 \text{ мин.}$ ; масса детали поз.12 (2 шт.)  $m_2 = 1,85 \text{ кг}$ ; установка изделия вручную на плиту  $t_2 = 0,34 \cdot 2 = 0,68 \text{ мин.}$ ; масса детали поз.56 (2 шт.)  $m_3 = 1,5 \text{ кг}$ ; установка изделия вручную на плиту  $t_3 = 0,36 \cdot 2 = 0,68 \text{ мин.}$ ; масса детали поз.54  $m_4 = 7 \text{ кг}$ ; установка изделия вручную на плиту  $t_4 = 0,56 \text{ мин.}$ ; масса детали поз.55 (2 шт.)  $m_5 = 0,8 \text{ кг}$ ; установка изделия вручную на плиту  $t_5 = 0,26 \cdot 2 = 0,52 \text{ мин.}$ ; масса детали поз.76 (2 шт.)  $m_6 = 0,89 \text{ кг}$ ; установка изделия вручную на плиту  $t_6 = 0,26 \cdot 2 = 0,52 \text{ мин.}$ ; масса детали поз.51 (36 шт.)  $m_7 = 0,7 \text{ кг}$ ; установка изделия вручную на плиту  $t_7 = 0,26 \cdot 36 = 9,36 \text{ мин.}$ ; масса детали поз.66  $m_8 = 0,81 \text{ кг}$ ; установка изделия вручную на плиту  $t_8 = 0,26 \text{ мин.}$ ; контроль мастером  $t_9 = 2 \text{ мин.}$ ; контроль БТК  $t_{10} = 1,5 \text{ мин.}$

$$t_{\text{в.и}} = 1,6 + 0,68 + 0,68 + 0,56 + 0,52 + 0,52 + 9,36 + 0,26 + 0,26 + 2 + 1,5 = 17,94 \text{ мин.}$$

Определим время на операцию 080

Найдем время на прихватку:

$$0,15 \cdot 100 = 15 \text{ мин.},$$

Определим время на операцию 085

Время на клеймение  $t_1 = 2,1 \text{ мин.}$

$$t_{\text{в.и}} = 2,1 \text{ мин.}$$

Найдем время на основное время сварки для шва №4, количество проходов  $n=3$  шт: Где  $F_{1,n}$ -площадь поперечного сечения шва равна 20мм и 38,4мм

$\gamma$  – плотность наплавленного металла равна числу постоянному 7,85г/см<sup>3</sup>

$I_{1,n}$  – сила сварочного тока равна 260А-280А

$n$ - количество проходов равно 3шт.

$\alpha$ - коэффициент наплавки равен 15г/(А·ч) согласно справочника нормировщика Ахумова А.В.

Расчитываем по формуле (3.5)

$$T_{01} = \frac{20 \cdot 7,85 \cdot 60}{260 \cdot 15} + \frac{38,4 \cdot 7,85 \cdot 60}{280 \cdot 15} \cdot 2 = 11,03 \text{ мин.}$$

Аналогично проводим расчеты по следующим швам

Найдем время на основное время сварки для шва №2, количество проходов  $n=1$  шт:

$$T_{02} = \frac{45,6 \cdot 7,85 \cdot 60}{280 \cdot 15} = 5,11 \text{ мин.}$$

Найдем время на основное время сварки для шва №22, количество проходов  $n=2$  шт:

$$T_{03} = \frac{20 \cdot 7,85 \cdot 60}{260 \cdot 15} + \frac{42,3 \cdot 7,85 \cdot 60}{280 \cdot 15} \cdot 1 = 7,16 \text{ мин.}$$

Найдем время на основное время сварки для шва №13, количество проходов  $n=5$  шт:

$$T_{04} = \frac{20 \cdot 7,85 \cdot 60}{260 \cdot 15} + \frac{37,5 \cdot 7,85 \cdot 60}{280 \cdot 15} \cdot 4 = 19,24 \text{ мин.}$$

Найдем время на основное время сварки для шва №1, количество проходов  $n=1$  шт:

$$T_{05} = \frac{11 \cdot 7,85 \cdot 60}{180 \cdot 15} = 1,92 \text{ мин.}$$



Найдем время на основное время сварки для шва №6, количество проходов n=5 шт:

$$T_{o6} = \frac{20 \cdot 7,85 \cdot 60}{260 \cdot 15} + \frac{35,5 \cdot 7,85 \cdot 60}{280 \cdot 15} \cdot 4 = 18,34 \text{ мин.}$$

Найдем время на основное время сварки для шва №16, количество проходов n=3 шт:

$$T_{o7} = \frac{20 \cdot 7,85 \cdot 60}{260 \cdot 15} + \frac{38,4 \cdot 7,85 \cdot 60}{280 \cdot 15} \cdot 2 = 11,03 \text{ мин.}$$

Найдем время на основное время сварки для шва №40, количество проходов n=2 шт:

$$T_{o8} = \frac{20 \cdot 7,85 \cdot 60}{260 \cdot 15} + \frac{23 \cdot 7,85 \cdot 60}{280 \cdot 15} \cdot 1 = 4,99 \text{ мин.}$$

Найдем время на основное время сварки для шва №39, количество проходов n=2 шт:

$$T_{o9} = \frac{20 \cdot 7,85 \cdot 60}{260 \cdot 15} + \frac{45,1 \cdot 7,85 \cdot 60}{280 \cdot 15} \cdot 1 = 7,47 \text{ мин.}$$

Найдем время на основное время сварки для шва №26, количество проходов n=4 шт:

$$T_{o10} = \frac{20 \cdot 7,85 \cdot 60}{260 \cdot 15} + \frac{36,6 \cdot 7,85 \cdot 60}{280 \cdot 15} \cdot 3 = 18,7 \text{ мин.}$$

Найдем время на основное время сварки для шва №27, количество проходов n=3 шт:

$$T_{o11} = \frac{20 \cdot 7,85 \cdot 60}{260 \cdot 15} + \frac{33,8 \cdot 7,85 \cdot 60}{280 \cdot 15} \cdot 2 = 10 \text{ мин.}$$

Найдем время на основное время сварки для шва №15, количество проходов n=9 шт:

$$T_{o12} = \frac{20 \cdot 7,85 \cdot 60}{260 \cdot 15} + \frac{38,5 \cdot 7,85 \cdot 60}{280 \cdot 15} \cdot 8 = 36,96 \text{ мин.}$$

Неполное штучно-калькуляционное время находим по формуле:

$T_o$  – основное время сварки равно 11,03

$t_{\text{в.ш}}$  – вспомогательное время, зависящее от длины сварного шва равно 0,75 мин.

$a_{\text{обс.}}, a_{\text{от.л}}, a_{\text{п-з}}$  – время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности, подготовительно - заключительную работу составляет 27 мин.

Расчитываем по формуле (3.4)

$$T_{\text{н.ш-к1}} = (11,03+0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 14,96 \text{ мин.}$$

Далее производим аналогичный расчет

$$T_{\text{н.ш-к2}} = (5,11+0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 7,45 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{н.ш-к3}} = (7,16+0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 10,04 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{н.ш-к4}} = (19,24+0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 25,38 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{н.ш-к5}} = (1,92+0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 3,39 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{н.ш-к6}} = (18,34+0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 24,24 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{н.ш-к7}} = (11,03+0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 14,96 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{н.ш-к8}} = (4,99+0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 7,3 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{н.ш-к9}} = (7,47+0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 34,92 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{н.ш-к10}} = (18,7+0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 24,71 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{н.ш-к11}} = (10+0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 13,65 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{н.ш-к12}} = (36,96+0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 47,89 \text{ мин.}$$

Определим норму штучного времени по формуле (3.3)

$$T_{\text{ш}} = 14,96 \cdot 0,5 + 7,45 \cdot (0,3 + 0,14) + 10,04 \cdot 0,16 + 25,38 \cdot 0,14 + 3,39 \cdot (0,08 + 4) + 24,24 \cdot 1 + 14,96 \cdot 0,6 + 7,3 \cdot 1,54 + 34,92 \cdot 1,54 + 24,71 \cdot 0,3 + 13,65 \cdot 0,3 + 47,89 \cdot 0,07 + 2,1 = 144,94 \text{ мин.}$$

Аналогично рассчитаем другие операции. Данные расчетов сводим в таблицу 3.12.

Таблица 3.12 – Нормы штучного времени предлагаемого технологического процесса изготовления основания крепи механизированной.

№ опер.	Наименование операции	T <sub>шт</sub> , мин.
1	2	3
005	Комплектовочная	-
010	Слесарно-сборочная	84,31
015	Нагревание	36
020	Сварочная	36,6
025	Сварочная	2470,47
030	Контроль	14,8
035	Испытания	28
040	Слесарно-сборочная	59,81
045	Сварочная	35,1
050	Сварочная	1864,59
055	Слесарная	38,9
060	Контроль	14
065	Испытания	14,6
070	Обработка резанцем	-
075	Слесарно-сборочная	17,94
080	Сварочная	15
085	Сварочная	142,84
090	Слесарная	189,1
095	Контроль	21,5
Итого		5085,66

### 3.9 Материальное нормирование

#### 3.9.1 Расход металла

Количество металла, идущего на изготовление изделия определяем по формуле [35]:

$$m_M = m \cdot m_o, \quad (3.5)$$

где  $m$  – вес одного изделия, 3427кг;

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

$$m_M = 3427 \cdot 1,3 = 4455,1 \text{ кг.}$$

#### 3.9.2 Расход сварочной проволоки

Расчет расхода сварочной проволоки для сварки в смеси газа: [22]

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

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

$\psi_p$  – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки,  $\psi_p = 0,01 \dots 0,15$ , принимаем  $\psi_p = 0,1$ ; [36]

$M_{НО}$  – масса наплавленного металла;

$$M_{ЭП} = 1,03 \cdot (1 + 0,1) \cdot 185,872 = 210,593 \text{ кг.}$$

#### 3.9.3 Расход защитного газа

Расчет защитного газа произведем по формуле: [16]

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

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

$$Q_{з.г.} = 12 \cdot 4555 = 54660 \text{ л/мин}$$

### 3.9.4 Расход электроэнергии

Расход технологической электроэнергии производим по формуле [22]:

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

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

$t_c$  – основное время сварки шва;

$\eta_u$  – КПД источника сварочного тока;

$P_x$  – мощность холостого хода источника;

Затраты на технологическую электроэнергию определим по формуле:

$$З_{ТЭ} = W_{ТЭ} \cdot Ц_{э.э.}, \quad (3.9)$$

где  $W_{ТЭ}$  – расход технологической электроэнергии;  $Вт \cdot ч$   $Ц_{э.э.}$  – цена 1 кВт·ч электроэнергии 2021 год,  $Ц_{э.э.} = 5,63 \text{ руб/кВт} \cdot \text{ч}$ ;

По формуле (3.9) рассчитываем расход технологической энергии

$$U_c = 26 \text{ В} \cdot 28 \text{ В}.$$

$$I_c = 260 \text{ А} \cdot 280 \text{ А}$$

$$t_c = 7,592 \text{ ч} \cdot 68,325 \text{ ч} \cdot 75,917 \text{ ч}.$$

$$\eta_u = 0,82\% \quad [10]$$

$$P_x = 0,7 \text{ Вт} \quad [10]$$

$K_u$  – согласно таблице 3.2.2 [22]

$$W_{ТЭ} = \frac{26 \cdot 260 \cdot 7,592}{0,82} + \frac{28 \cdot 280 \cdot 68,325}{0,82} + 0,4 \cdot \left( \frac{75,917}{0,7} - 75,917 \right) = 715852 \text{ Вт} \cdot \text{ч},$$

Подставляем значения в формулу (3.9)

$$З_{ТЭ} = 715,852 \cdot 5,63 = 4030,25 \text{ руб}.$$

## **4 Конструкторский раздел**

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

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

Специфическая особенность этого производства – резкая диспропорция между объемами основных и вспомогательных операций. Собственно, сварочные операции по своей трудоемкости составляют всего 25-30% общего объема сборочно-сварочных работ, остальные 70-75% приходятся на сборочных, транспортных и различных вспомогательных работ, механизация и автоматизация которых осуществляется с помощью так называемого механического сварочного оборудования. Следовательно, если оценивать роль механического оборудования в общем комплексе механизации или автоматизации сварочного производства, то их можно охарактеризовать цифрой 70-75% всего комплекса цехового оборудования[37].

При изготовлении основания применяется спроектированное приспособление индивидуально для основания МКЮ.4У.58. Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.165.00.000 СБ, на котором для крепления деталей используются винтовые откидные прижимы и упоры.

Приспособление сборочно-сварочное состоит из рамы поз. 1 на которой закреплены проушины поз. 12. На проушинах крепятся упоры поз. 3 винтовыми прижимами поз. 6. Прижимы обеспечивают установочные размеры:  $290 \pm 2$  и 1400 м. Так же на раме поз. 1 закреплены штыри поз. 11 и упоры поз. 15 предназначенные для точной установки деталей по заданным размерам.

Приложение Б

## 4.2 Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений

В приспособлении сборочно-сварочном ФЮРА.000001.165.00.000 СБ используются винтовые прижимы для крепежа сборочной единицы. Рассчитаем диаметр болта, входящего в состав приспособления из стали СтЗКП

Диаметры болтов определим по формуле: [37]

$$d_p = 1,3 \sqrt{\frac{P}{\sigma}}, \quad (4.1)$$

где  $P$  – усилие на болт, кгс/см<sup>2</sup>.

$P$  - 1300кгс/см<sup>2</sup> согласно справочника методички [52]

$\sigma$  - 460Мпа

$$d_p = 1,3 \sqrt{\frac{1300}{460}} = 2,185 \text{ см} \quad (4.1)$$

Из конструктивных соображений, согласно ГОСТ 7795-70, принимаем  $d_p = 24$  мм.

## 4.3 Порядок работы приспособлений

Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.165.00.000СБ  
Изготовление основания секции крепи начинается на сборочно-сварочном приспособлении, на котором собираются листы нижние(закладные) поз. 14 и поз. 15. закрепляются прижимами обеспечивают установочные размеры: 290±2 ;боковины (борта) поз. 17 и поз. 18 закрепляются прижимами и обеспечивают установочные размеры: 290±2 мм пяты опорные поз. 11 (4 шт.), накладку поз. 41, портал задний поз. 19, порталы передние поз. 20 и поз. 21, боковину (борт наружный) поз. 16 (2 шт.) закрепляется прижимами и обеспечивают заданный размер между наружным и внутренним бортом 555+2мм. Соосность отв. в дет. поз. 16 обеспечивается валами цеховыми. Справочный размер между бортами 1400\* соответственно обеспечивает приспособление. Проушины поз. 69 (4 шт.)



также при помощи приспособления устанавливаются на сборку, выдерживая заданный размер 205-2мм, справочный размер 95\*накладки поз. 72, поз. 73, поз. 74 и поз. 75, упоры. Далее выполняется прихватка и сварка.

## 5 Проектирование участка сборки-сварки

### 5.1 Состав сборочно-сварочного цеха

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

Независимо от принадлежности к какой-либо разновидности сварочного производства сборочно-сварочные цехи при полном их составе могут включать следующие отделения и помещения. [38]

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

- производственные отделения: заготовительное отделение включает участки: правки и наметки металла, газопламенной обработки, станочной обработки, штамповочный, слесарно-механический, очистки металла;
- сборочно-сварочное отделение, подразделяющееся обычно на узловую и общую сборку и сварку, с производственными участками сборки, сварки, наплавки, пайки, термообработки, механической обработки, испытания готовой продукции и исправления пороков, нанесения покрытий и отделки продукции;
- вспомогательные отделения: цеховой склад металла, промежуточный склад деталей и полуфабрикатов с участком их сортировки и комплектации, межоперационные складочные участки и места, склад готовой продукции цеха с контрольными и упаковочными подразделениями и погрузочной площадкой; кладовые электродов, флюсов, баллонов с горючими и защитными газами, инструмента, приспособлений, запасных частей и

вспомогательных материалов, мастерская изготовления шаблонов, ремонтная, отделение электромашинное, ацетиленовое, компрессорное, цеховые трансформаторные подстанции;

- административно-конторские и бытовые помещения: контора цеха, гардероб, уборные, умывальные, душевые, буфет, комната для отдыха и приема пищи, медпункт. [38]

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

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

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

## **5.2 Расчет основных элементов производства**

К основным элементам производства относятся рабочие, ИТР, контролеры, оборудование, материалы и энергетические затраты. [38]

## 5.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования

Расчет необходимого количества оборудования [33]:

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

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

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

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

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

$T$  – длительность одной операции, мин.

– для операций 010-035:

$$T_r = 500 \cdot \frac{84,31 + 36 + 36,6 + 2471,47 + 14,8 + 28}{60} = 22252 \text{ ч.}$$

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

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

$$n_p = \frac{22252}{3754} = 5,93,$$

округляем  $n_p$  в большую сторону и принимаем  $n_p' = 6$ .

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p'} = \frac{5,93}{6} = 0,988.$$

– для операций 040-050:

$$T_r = 500 \cdot \frac{59,81 + 35,1 + 1864,59}{60} = 16329 \text{ ч.}$$

$$n_p = \frac{16329}{3754} = 4,35,$$

округляем  $n_p$  в большую сторону и принимаем  $n_p' = 5$ .

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p'} = \frac{4,35}{5} = 0,87.$$

– для операций 055-095:

$$T_r = 500 \cdot \frac{38,9+14+14,6+17,94+15+144,94+189,1+21,5}{60} = 3800 \text{ ч.}$$

$$n_p = \frac{3800}{3754} = 1,012,$$

округляем  $n_p$  в большую сторону и принимаем  $n_p' = 2$ .

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p'} = \frac{1,012}{2} = 0,506.$$

### 5.2.2 Определение состава и численности рабочих

Определим общее время, необходимое для выполнения годовой программы продукции, ч[33].

$$\Sigma T_r = 22252 + 16329 + 3800 = 42381 \text{ ч.}$$

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

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

Определим количество рабочих явочных[23]:

$$P_{\text{яв}} = \frac{T_r}{\Phi_H} = \frac{42381}{1976} = 21,45. \quad (5.3)$$

Примем число сварщиков равным  $P_{\text{яв}} = 22$ . В первую смену работает 13 человек, а во вторую смену работает 9 человек.

Определим количество рабочих списочных[23]:

$$P_{\text{сп}} = \frac{T_r}{\Phi_d} = \frac{42381}{1734} = 24,37. \quad (5.4)$$

Примем число сварщиков равным  $P_{\text{сп}} = 25$ .

Вспомогательных рабочих (25% от количества основных рабочих) – 7;

ИТР (8% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 3;

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

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

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

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

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

Размещение цеха – всех его производственных отделений и участков, а также вспомогательных, административно-конторских и бытовых помещений должно по возможности полностью удовлетворять всем специфическим требованиям процессов, подлежащих выполнению в каждом из этих отделений.

Эти требования обуславливаются главным образом индивидуальными особенностями заданных сварных конструкций и соответствующих рационально выбранных способов их изготовления; характерными особенностями типа производства и организационных форм его существования; степенью производственной связи основных отделений и участков с другими производственными и вспомогательными отделениями цеха [38].

Для проектируемого участка сборки и сварки основания принимаем схему компоновки производственного процесса с продольным направлением производственного потока. Направление производственного потока на таком участке совпадает с направлением, заданным на плане цеха. Продольное перемещение обрабатываемого металла и изготавливаемых деталей, сборочных единиц и изделий выполняется кран-балкой, а поперечное (на складах) – автокарами либо краном мостовым.

## **6. Финансовый менеджмент, 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 основания крепи механизированной ФЮРА.0МКЮ.4У.165.00.000 СБ.

Основание ФЮРА.0МКЮ.4У.165.00.000СБ входит в состав крепи механизированной МКЮ.4У. Крепь механизированная поддерживающе-оградительного типа, предназначена для механизации крепления призабойного пространства, поддержания и управления кровлей, включая тяжелые по проявлению горного давления передвижки забойного конвейера при ведении очистных работ на пологих и наклонных пластах.

Показатель приведенных затрат является обобщающим показателем.

В разработанном технологическом процессе применим сборочно-сварочное приспособление ФЮРА.000001.165.00.000 СБ, на котором имеются откидные винтовые прижимы и упоры предназначенные для фиксации свариваемых деталей сборочной единицы. Так же для котловки сб. ед применяется позиционер.

Применим современное сварочное оборудование: сварочный аппарат Lincoln Electric Power Wave S 500 CE [21] и механизм подачи LF-45 [28].

Проведем технико-экономический анализ разработанного технологического процесса.

Нормы штучного времени разработанного технологического процесса изготовления основания приведены в таблице 3.10.

Определение приведенных затрат производят по формуле: [39]

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

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

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

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

### **6.2.1 Расчет капитальных вложений в производственные фонды**

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

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

где  $K_{\text{о}}$  – стоимость сварочного оборудования;

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

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

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

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

Капитальные вложения в оборудование определяем по формуле [39]:



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

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

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

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

Таблица 6.1 – Оптовые цены на сварочное оборудование [40.41]

Наименование оборудования		Ц <sub>о</sub> , руб
Lincoln Electric Power Wave S500 CE	13 шт.	1360276
Механизм подачи LF-45	13 шт.	78000

$$K_{CO} = 1360276 \cdot 13 \cdot 0,8063 = 14258277 \text{руб.} \cdot \text{год.}$$

$$K_{CO} = 78000 \cdot 13 \cdot 0,8063 = 817588 \text{руб.} \cdot \text{год.}$$

Капитальные вложения в сварочное оборудование приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Капитальные вложения в сварочное оборудование

Наименование оборудования		К <sub>со</sub> , руб.·год
Lincoln Electric Power Wave S500 CE	13 шт.	14258277
Механизм подачи LF-45	13 шт.	817588
Итого		15075865

Капитальные вложения в приспособления найдем по формуле [39]:

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

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

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

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

Капитальные вложения в приспособления приведены в таблице 6.3.

$$K_{\text{ПР}}=256140 \cdot 6 \cdot 0,988=1518087 \text{ руб.} \cdot \text{год.}$$

$$K_{\text{ПР}}=1413932 \cdot 5 \cdot 0,87=6149663 \text{ руб.} \cdot \text{год.}$$

$$K_{\text{ПР}}=120000 \cdot 4 \cdot 0,506=242906 \text{ руб.} \cdot \text{год.}$$

Таблица 6.3 – Капитальные вложения в приспособления

Наименование оборудования	Ц <sub>пр.</sub> руб	С <sub>п.</sub> шт	К <sub>пр.</sub> руб/ед.год
Приспособление ФЮРА.000001.165.00.000 СБ	256140	6	1518087
Позиционер ВнВ-50	1413932	5	6149663
Плита	120000	4	242906
ИТОГО			7910656

### 6.2.1.2 Капитальные вложения в подъемно-транспортное оборудование

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

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

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

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

$$K_{\text{п.о.}} = 185000 \cdot 1 = 185000 \text{ руб.}$$

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

Капитальные вложения в здание определяется по формуле [39]:

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

где  $S_{O1}$  – площадь, занимаемая единицей оборудования,  $m^2/ед.$

Для предлагаемого технологического процесса:  $S = 581,07m^2$ ,

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

$h$  – высота производственного здания, м,  $h = 12m$  [31];

$\Pi_{зд}$  – стоимость  $1m^3$  здания на 01.01.2021 составляет,  $\Pi_{зд}=94$  руб/ $m^3$ .

$$K_{зпп} = 581,07 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 94 = 655447 \text{ руб.}$$

### 6.2.2 Расчет себестоимости единицы продукции

В техническую себестоимость сварочных работ включаются следующие статьи затрат:

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

производственного помещения.

Определим себестоимость продукции по формуле:

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

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.;

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

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

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

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

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

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

### 6.2.2.1 Определение затрат на основные материалы

Затраты на металл, идущий на изготовление изделия определяем по формуле [39]:

$$C_{\text{м}} = m_{\text{м}} \cdot k_{\text{т.з.}} \cdot C_{\text{м}} - N_0 \cdot C_0 \text{ руб./изд.}, \quad (6.8)$$

где  $m_{\text{м}}$  – норма расхода материала на одно изделие, кг;

$C_{\text{м}}$  – средняя оптовая цена стали 14ХГ2САФД,35Л на 01.01.2021, руб./кг:

- для стали 14ХГ2САФД  $C_{\text{м}}=40,63$  руб./кг, при  $m_{\text{м}}=3009,8 \cdot 1,3=$   
 $=3912,44$  кг;

- для стали 35Л  $C_{\text{м}}=24,5$  руб./кг, при  $m_{\text{м}}=417,2 \cdot 1,3=$   
 $=542,36$  кг;

$k_{\text{т.з.}}$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении материалов  $k_{\text{т.з.}}=1,04$  [24].

$N_0$  – норма возвратных отходов,  $N_0=m_{\text{м}} \cdot 0,3=3009,8 \cdot 0,3+417,2 \cdot 0,3=$   
 $=1028,1$  кг/шт.;

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

Коэффициент потерь материала на отходы составляет 1,3 [35].

$$C_{\text{м}}=1,04 \cdot (3912,44 \cdot 40,63 + 542,36 \cdot 24,5) - 1028,1 \cdot 20 = 158590,94 \text{ руб./изд.}$$

### 6.2.2.2 Определение затрат на сварочные материалы

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле [39]:

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

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

$G_d = 185,872 \text{ кг}$  – для проволоки Св-08ГМИТ для разработанного технологического процесса;

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

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

$\Pi_{п. с} = 253$  – стоимость сварочной проволоки Св-08ГСМТ, руб./кг. на 01.01.2021.

$$C_{п.спредл.} = (185,872 \cdot 253) \cdot 1,03 \cdot 1,1 = 53280,02 \text{ руб.}$$

Затраты на защитную смесь газов определяем по формуле: [32]

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

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

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

$T_o$  – основное время сварки в смеси газов, ч.,  $T_o = 75,92 \text{ ч}$ .

$$C_{з. г.} = 1,02 \cdot 62,52 \cdot 75,92 = 4833,5 \text{ руб./изд.}$$

### 6.2.2.3 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле:

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

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

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

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

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

$K_c$  – страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования

(ОМС), в фонд страхования от несчастного случая – 1,3.

$$C_3 = 84,76 \cdot 74,85 \cdot 1,4 \cdot 1,2 \cdot 1,3 = 18012,92 \text{ руб./изд.}$$

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

Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле:

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

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

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

$k$  – количество профессий вспомогательных рабочих;

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

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

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

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

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

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

Затраты на заработную плату слесарей:

$$C_{з.п.слесарей} = 63,62 \cdot 7 \cdot \frac{1769}{12} \cdot 1,20 \cdot 1,4 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 186395 \frac{\text{руб}}{\text{изд}},$$

Затраты на заработную плату контролеров ОТК:

$$C_{з.п.отк} = 156 \cdot 3 \cdot \frac{1769}{12} \cdot 1,2 \cdot 1,4 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 195879,25 \frac{\text{руб}}{\text{изд}},$$

Затраты на заработную плату МОП:

$$C_{з.п.МОП} = 56,78 \cdot 1 \cdot \frac{1769}{12} \cdot 1,2 \cdot 1,4 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 23786,64 \frac{\text{руб}}{\text{изд}}$$

$$C_{зп.вс.р} = C_{зп.слесарей} + C_{зп.ОТК} + C_{зп.МОП} = 186395 + 195879,25 + 23786,64 = (6.13) \\ = 406030,89 \text{ руб.}$$

### 6.2.2.5 Заработная плата административно-управленческого персонала

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

$$C_{з.п.АУП} = C_{зуп} \cdot Ч_{ауп} \cdot 12 \cdot K_{д} \cdot K_{ПР} \cdot K_{РАЙ} \cdot K_{С}, \quad (6.14)$$

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

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

$$C_{з.п.АУП} = 28865 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,4 \cdot 1,4 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 1966884,19 \frac{\text{руб}}{\text{год}}$$

### 6.2.2.6 Определение затрат на силовую электроэнергию

Затраты на технологическую электроэнергию найдем по формуле: [39]

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

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

Расход технологической электроэнергии найдем по формуле [37]:

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

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

$t_c$  – основное время сварки шва;



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

$P_x$  – мощность холостого хода источника;

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

производства ( $K_u$  можно выбрать по таблице 3.2.2 [22]).

Расход технологической электроэнергии (расчитано в подзаголовке 3.9.4)  $W_{тэ} = 575,417 \text{ кВт}$ .

$$C_{э. с.} = 715,852 \cdot 5,63 = 4030,23 \text{ руб.}$$

### 6.2.2.7 Определение затрат на сжатый воздух

Затраты на сжатый воздух определяется по формуле [39]:

$$C_{\text{возд}} = g_{\text{возд}}^{\text{ЭН}} \cdot k_{\text{тип}} \cdot C_{\text{возд}}, \text{ руб./изд}, \quad (6.17)$$

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

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

Для изготовления одного изделия расход воздуха составляет:

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

$$C_{\text{возд}} = 0,184295 \text{ руб}/\text{м}^3, \text{ стоимость воздуха на 01.01.2021 г.};$$

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

### 6.2.2.8 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:

$$C_{об} = \frac{K_о \cdot n_о}{T_о \cdot N_r} + \frac{K_{п} \cdot n_{п}}{T_{п} \cdot N_r} + \frac{K_{п.о} \cdot n_{п.о}}{T_{п.о} \cdot N_r}, \quad (6.18)$$

где  $K_о$ —стоимость основного сварочного оборудования;

$T_о$ —срок службы основного сварочного оборудования,  $T_о = 5$  лет;

$K_{п}$ — стоимость приспособлений;

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

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

$T_{п.о}$ —срок службы подъемно-транспортного оборудования,  $T_{п.о} = 20$  лет [42].

$$C_{об} = \frac{1360276 + 78000 \cdot 13}{5 \cdot 500} + \frac{256140 \cdot 6 + 1413932 \cdot 5 + 120000 \cdot 2}{5 \cdot 500} + \frac{185000 \cdot 1}{20 \cdot 500} =$$

$$= 11132,14 \text{ руб,}$$

## 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:

$$C_{рио} = \frac{K_о \cdot n_о + K_{п} \cdot n_{п} + K_{п.о} \cdot n_{п.о} \cdot k_{рио}}{N_r}, \quad (6.18)$$

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

$$C_{рио} = \frac{[1360276 + 78000 \cdot 13 + 256140 \cdot 6 + 1413932 \cdot 5 + 120000 \cdot 2 + 185000 \cdot 1] \cdot 0,03}{500} =$$

$$= 1678,15 \text{ руб,}$$

### 6.2.2.9 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 [39]:

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

где  $S$  – площадь сварочного участка,  $\text{м}^2$ ,  $S = 134\text{м}^2$ ;

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

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

$$C_{\text{п}} = \frac{581,07 \cdot 0,08 \cdot 250}{500} = 23,24 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

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	158590,94
2	Затраты на сварочные материалы	
2.1	Затраты на электроды	-
2.2	Затраты на сварочную проволоку	53280,02
2.3	Затраты на защитный газ	4833,5
2.4	Стоимость флюса	-
3	Заработная плата	

Продолжение таблицы 6.4

1	2	3
3.1	Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих с отчислениями на социальное страхование	18012,92
3.2	Заработная плата вспомогательным рабочим	406030,89
3.3	Заработная плата административно-управленческого персонала	1966884,19
4	Затраты на электроэнергию	4030,23
5	Затраты на сжатый воздух	0,35
6	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования и помещений	12833,52
6.1	Амортизационные отчисления	11132,14
6.2	Затраты на текущий ремонт и обслуживание	1678,15
6.3	Затраты на содержание помещения	23,24
ИТОГО технологическая себестоимость:		265260,02

### 6.3 Расчет технико-экономической эффективности

Определим себестоимость продукции:

$$C=500 \cdot (158590,94+53280,02+4833,5+18012,92+4030,23+0,35+11132,14+1678,14+23,34)+406030,89 \cdot 12 +1966884,19= 132630009,56 \text{руб/изд. год,}$$

Определим капитальные вложения:

$$K= 15075865+7910656+185000+655447= 23826968 \text{руб/изд. год,}$$

Определим количество приведенных затрат:

$$Z_{п}=132630009,56+0,15 \cdot 23826968= 136204054,78 \text{руб/изд. год.}$$

## 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	84,76
3	Количество оборудования, шт.	13
4	Количество производственных рабочих, чел	25
5	Количество вспомогательных рабочих	7
6	Количество административно-управленческого персонала, чел	2
7	Норма расхода материала, кг	4455,1
8	Количество приведенных затрат, (руб./изд.)·год	136204054,78
9	Себестоимость одного изделия, руб.	265260,02

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 23826968 руб.;
- себестоимость продукции 132630009,56 руб.

В результате проведенных расчетов было определено количество приведенных затрат 136204054,78 руб/изд. год.

## 7 Социальная ответственность

### 7.1 Описание рабочего места

На участке производится сборка и сварка основания крепи механизированной МКЮ.4У.58.08. При изготовлении основания крепи механизированной осуществляются следующие операции: сборка, механизированная сварка в среде углекислого газа и аргона, слесарные операции.

При изготовлении основания на участке используется следующее оборудование:

- полуавтомат POWER WAVE S500 CE 13 шт.
- приспособление сборочно-сварочное  
ФЮРА.000001.301.00.000 СБ 6 шт.
- позиционер 5 шт.
- плита сборочно-сварочная 2 шт.

Перемещение изделия производят краном мостовым грузоподъемностью 5т.

Изготавливаемое изделие, основание, оно входит в состав крепи механизированной МКЮ.4У. Крепь механизированная поддерживающе-оградительного типа, предназначена для механизации крепления призабойного пространства, поддержания и управления кровлей, включая тяжелые по проявлению горного давления, передвижки забойного конвейера при ведении очистных работ на пологих и наклонных пластах. Масса основания крепи механизированной составляет 3427 кг.

В качестве материала этих деталей используют сталь марки 14ХГ2САФД. Сварка производится в смеси Ar (80 %)+CO<sub>2</sub> (20 %) сварочной проволокой Св-08ГСМТ диаметром 1,2 мм.

Проектируемый участок находится на последнем пролете цеха, поэтому освещение осуществляется двумя окнами, расположенными в стене здания, а

также двадцатью 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 площадью  $S = 581,07\text{м}^2$ .

## **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 СО<sub>2</sub> до 0,5÷0,6%; СО до 160 мг/м<sup>3</sup>; окислов азота до 8,0 мг/м<sup>3</sup>; озона до 0,36 мг/м<sup>3</sup> (ПДК 0,1 мг/м<sup>3</sup>); оксидов железа 7,48 г/кг расходуемого материала; оксида хрома 0,02г/кг расходуемого материала (ПДК 1 мг/м<sup>3</sup>) [43.44].

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 (извести, соды, мышьяка, карбида кальция) при попадании на кожу вызывают химические раздражения и даже ожоги. [44]

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

Каждое рабочее место также оборудуется вытяжным отсосом-зонтом, открытой конструкцией, всасывающее отверстие которой приближено к источнику выделений. Средняя скорость поступающего воздуха в проеме составляет  $0,3 \div 3$  метров в секунду. [45]

Определим количество конвективного тепла выделяемого источником: [46]

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

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

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

Найдем площадь, через которую поступает воздух по формуле:

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

где  $A$  и  $B$  – ширина и длинна зонта, расчеты этих параметров произведем согласно методичке [33];

$n$  – количество зонтов.

Определим количество конвективного тепла, выделяемого источником [47]:

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

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

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

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

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

Найдем размеры вытяжного зонта:

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

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

$$S = 3,6 \cdot 3,66 \cdot 13 = 171,26 \text{ м}^2,$$

$$L_M = 171,26 \cdot 0,2 = 34,25 \text{ м}^3 \cdot \text{с},$$

Из расчета видно, что объем воздуха удаляемый от местных отсосов составляет  $L_M = 123305 \text{ м}^3 \cdot \text{ч}$ .

В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор радиальный ВЦ 9-55-12,5 с двигателем АИС315LB8-IE2 110 кВт 750 об/мин.

Кинематическая схема вентиляции представлена на рисунке 7.1.

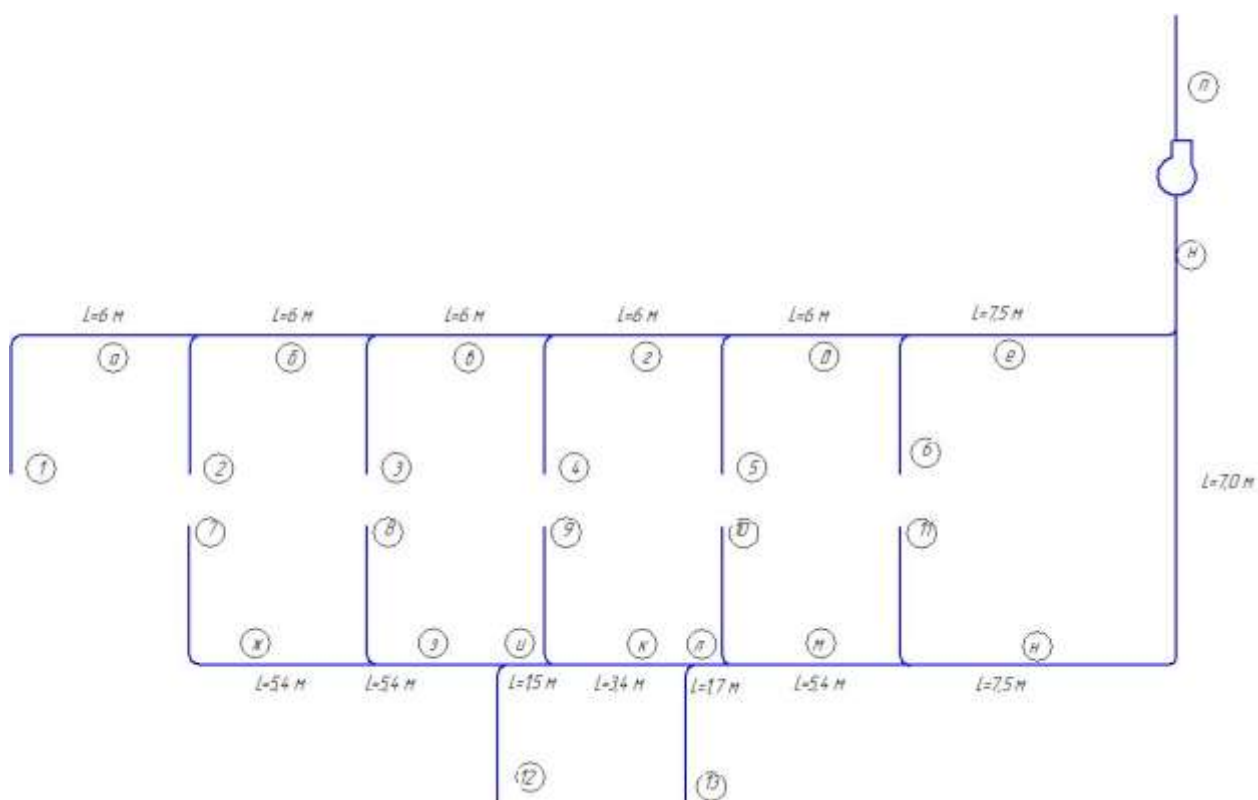


Рисунок 7.1 Кинематическая схема вентиляции

Рассчитаем диаметр воздуховодов.

Сначала рассчитаем расход воздуха для первой ветви:

$$L_{M1} = 123305 \cdot 6/13 = 56910 \text{ м}^3 \cdot \text{ч},$$

Для второй ветви:

$$L_{M2} = 123305 \cdot 7/13 = 66395 \text{ м}^3 \cdot \text{ч},$$

Определим диаметр воздуховода по формуле для первой ветви [46]:

$$D = 1,13 \cdot \left( \frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \cdot \left( \frac{56910}{0,2} \right)^{1/2} = 603 \text{ мм}, \quad (7.6)$$

Определим диаметр воздуховода для второй ветви:

$$D = 1,13 \cdot \left( \frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \cdot \left( \frac{66395}{0,2} \right)^{1/2} = 651 \text{ мм},$$

Определим диаметр общего воздуховода для:

$$D = 1,13 \cdot \left( \frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \cdot \left( \frac{123305}{0,2} \right)^{1/2} = 887 \text{ мм},$$

## 2. Производственный шум.

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

- POWER WAVE® S500 CE;
- Lincoln Electric Power Feed 10M
- вентиляция;
- сварочная дуга;
- слесарный инструмент: молоток ( $m = 2$  кг) ГОСТ 2310-77, шабер, машинка ручная шлифовальная пневматическая ИП 2002 ГОСТ 12364-80, молоток рубильный МР – 22.

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

Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности приведены в таблице 7.1 [48]

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. [48]

Мероприятия по борьбе с шумом.

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

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

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

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

### 3. Статическая нагрузка на руку.

При сварке в основном имеет место статическая нагрузка на руки, в результате чего могут возникнуть заболевания нервно-мышечного аппарата

плечевого пояса. Сварочные работы относятся к категории физических работ средней тяжести с энергозатратами  $172 \div 293$  Дж/с ( $150 \div 250$  ккал/ч) . [44]

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. [49]

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 20 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 производственной 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 ккал/см<sup>2</sup>·мин. [50]

## 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, исключая попадание искр и капель расплавленного металла. Перечень средств индивидуальной защиты, имеющейся на проектируемом участке приведен в таблице 7.2.

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

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

Для защиты окружающих рабочих применяются ширмы.

Таблица 7.2 – Средства индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке

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

### 3. Электрический ток.

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

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

### 4. Электробезопасность.

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

Сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 4 Ом.

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

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

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

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

Защита от движущихся механизмов.

Для защиты работающих от движущихся механизмов предусмотрено следующее:

- проходы: между оборудованием, движущимися механизмами и перемещаемыми деталями, а также между постами – не менее 1м; между автоматическими сварочными постами – не менее 2м.;
- свободная площадь на один сварочный пост – не менее 3м.;
- при эксплуатации подъёмно-транспортных устройств ограждение всех движущихся и вращающихся частей механизмов;
- правильная фиксация основания 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 [51].

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 основания ФЮРА.0МКЮ.4У.165.00.000СБ 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 %

Предельно допустимая концентрация примесей в атмосфере на территории промышленного предприятия не должна превышать 30 % вредных веществ для рабочей зоны. [51]

### 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 основания предусмотрены емкости для складирования металлических отходов (обрезки сварочной проволоки, бракованные изделия), а также емкости для мусора. Все металлические отходы транспортируются в металлургический цех, где они перерабатываются, а весь мусор вывозится за территорию предприятия в специально отведенные места и уничтожается. [51]

## **7.6 Защита в чрезвычайных ситуациях**

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

- пожарными водопроводными кранами (нельзя тушить электроустановки под напряжением, карбида кальция и т.д.) – 2 шт.;
- огнетушитель ОХП-10 (для тушения начинающегося пожара твёрдых горючих материалов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей) – 2 шт.;

- огнетушитель углекислотный ОУ-5 (для тушения горючих жидкостей, электроустановок и т.д.) – 2 шт.;
- ящик с сухим и чистым песком (для тушения различных видов возгорания).

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

Проект вытяжной вентиляции.

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

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

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

Для сборки-сварки основания крепи механизированной в целом применено стационарное сборочно-сварочное приспособление, которое позволило облегчить сборку изделия, заменено сварочное оборудование на менее дорогостоящее.

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 – 581,07м<sup>2</sup>;

Средний коэффициент загрузки оборудования – 80,63%;

Количество приведенных затрат–136204054,78руб./изд.·год.



## Библиография

1. Отрасль машиностроения [Отрасль машиностроения \(allbest.ru\)](http://allbest.ru)
2. Введение [ВВЕДЕНИЕ - Общая технология сварочного производства \(studref.com\)](http://studref.com)
3. Сварка – экономически выгодный, высокопроизводительный и в значительной степени механизированный технологический процесс, широко применяемый практически во всех отраслях машиностроения. [Сварка - экономически выгодный, высокопроизводительный и в значительной степени механизированный технологический процесс, широко применяемый практически во всех отраслях машиностроения. — КиберПедия \(cyberpedia.su\)](http://cyberpedia.su)
4. Введение [Введение - Сварочное производство. Монтаж стальных резервуаров \(vuzlit.ru\)](http://vuzlit.ru)
5. Легированные стали и особенности их сварки [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <https://elsvarkin.ru/materialy/legirovannyye-stali-i-osobennosti-ix-svarki>
6. Ручная дуговая сварка [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [Ручная дуговая сварка покрытыми электродами — Осварке.Нет \(osvarke.net\)](http://osvarke.net)
7. Думов. С.И. Технология электрической сварки плавлением – Учебник для машиностроительных техникумов. – 3-е изд., перераб. и допол. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1987. – 461 с.: ил.
8. Сварка сталей под флюсом: выбор флюса и режимов сварки [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [Сварка сталей под флюсом: выбор флюса и режимов сварки - СваркаТоп \(svarkatop.com\)](http://svarkatop.com)
9. Акулов А.П., Бельчук Г.А. и Демянцевич В.П. Технология и оборудование сварки плавлением. Учебник для студентов вузов. М., «Машиностроение», 1977. 432 с. с ил.
10. <https://www.lincolnelectric.com/ru-ru/support/process-and-theory/Pages/mig-vs-flux-cored-detail.aspx> 1999-2021 г.г.

11. <https://www.welding-russia.ru/catalog.html?itemid=17217>
12. РД 03-613-03 Порядок применения сварочных материалов.
13. РД 03-615-03 Порядок применения сварочных технологий.
14. РД 03-606-03 «Визуально измерительный контроль»
15. <https://docs.cntd.ru/document/1200093117>
16. Дуговая сварка в защитном газе: описание технологии, режимы, способы[Электронный ресурс] – режим доступа к ст.:[Дуговая сварка в защитном газе: описание технологии, режимы, способы \(alfamag.pro\)](#)
17. ОСТ 12.44.107-79 Изделия угольного машиностроения. Общие технические требования к изготовлению.
18. ОСТ 36-58-81 «Конструкции строительные. Сварка. Основные требования».
19. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Требования к производству сварочных работ на опасных производственных объектах».
20. РД 34.15.132-96 Сварка и контроль качества сварных соединений металлоконструкций зданий при сооружении промышленных объектов
21. Сталь 14ХГ2САФД[Электронный ресурс] – режим доступа к ст.:[14ХГ2САФД - конструкционная легированная высокопрочная износостойкая мартенситно-бейнитная сталь. \(resursmsk.ru\)](#)
22. Васильев В.И., Ильященко Д.П. Разработка этапов технологии при дуговой сварки плавлением – Издательство ТПУ, 2008г. – 96 с.
23. Гривняк И. Свариваемость сталей: Пер. со словац. Л.С.Гончаренко; под ред. Э.Л.Макарова.-М.: Машиностроение,1984. – 216 с.
24. Кисаримов Р.А. Справочник сварщика. – М.: ИП РадиоСофт, 2007 – 288 с.
25. ГОСТ 2246-70Проволока стальная сварочная. технические условия.
26. Функция поиска режимов Power Wave[Электронный ресурс] – режим доступа к ст.:[Новинка: функция поиска режима сварки Power Wave \(lincolnelectric.com\)](#)

27. POWER WAVE® S500 CE[Электронный ресурс] – режим доступа к ст.:[https://www.lincolnelectric.com/ru-ru/Equipment/Pages/product.aspx?product=K3168-1\(LincolnElectric\)](https://www.lincolnelectric.com/ru-ru/Equipment/Pages/product.aspx?product=K3168-1(LincolnElectric))

28. Power Wave® C300, S350 и S500[Электронный ресурс] – режим доступа к ст.:<https://www.lincolnelectric.com/assets/global/Products/K3168-1/PWC300-S350-S500-RUS.pdf>

29. Сварочные приспособления. Крампит Н.Ю., Крампит А.Г. – ЮТИ ТПУ – 2008 – 95с.

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

31. Магнитный контроль (МПД)[Электронный ресурс] – режим доступа к ст.:<https://ntcexpert.ru/md>

32. Магнитопорошковый дефектоскоп NOVOTEST МПД-17П[Электронный ресурс] – режим доступа к ст.:<https://ntcexpert.ru/md/stacionarnye-magnitnye-defektoskopy/1194-magnitporoshkovyj-defektoskop-mpd-17p>

33. 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.

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

35. Решетов Д.Н. Детали машин: Учебник для студентов машиностроительных и механических специальностей вузов. – 4-ое издание, переработанное и дополненное. Москва, "Машиностроение", 1989 – 496 с.

[36. Федько В.Т. Теория, технология и средства снижения набрызгивания и трудоёмкости при сварке в углекислом газе](#)

37. Азаров Н.А. Конструирование и расчет сварочных приспособлений Томск, ТПУ, 2009. – 48 с.

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

39. 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
40. Lincoln Electric Power Wave S500CE [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <https://www.welding-russia.ru/catalog.html?itemid=17123>
41. Механизм подачи LF-45 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://www.alfa-industry.ru/catalog/mekhanizmy-podachi-provoloki/lf-45-k14072/>
42. ГОСТ 27584-88 Краны мостовые и козловые электрические. Общие технические условия.
43. ГОСТ 12.0.0030-74 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (с изменениями по И-Л-Х1-91)»
44. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования.
45. Запыленность и загазованность воздуха в рабочих зонах [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://www.ecolosorse.ru/ecologs-281-1.html>
46. Русак О.Н., доктор технических наук, профессор. Промышленная вентиляция Учебное пособие по лабораторным, практическим и дипломным работам бакалавров и магистерским диссертациям. Санкт-Петербург 2011.
47. Гришагин В.М., Фарберов В.Я. "Расчеты комфорта и безопасности". – Юрга: Изд. филиала ТПУ, 2012. – 96с.
48. 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.
49. 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. – 298с.
50. Брауде М.З. "Охрана труда при сварке в машиностроении" / М.: Машиностроение, 1978. – 141с.

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

52. Хайдарова А.А. сборочно-сварочное приспособления. Этапы конструирования.

**Приложение А**  
**(обязательное)**  
**Спецификация основание**

				Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
								Формат
Лист 000000					<i>Документация</i>			
				*) ФЮРА.ОМКЮ.4У.165.00.000 СБ	Сборочный чертёж		*1А2х3А2х3А1	
					<i>Сборочные единицы</i>			
				1 ФЮРА.ОМКЮ.4У.165.01.000	Обойма	1		
				2 ФЮРА.ОМКЮ.4У.165.02.000	Элементы коммуникаций	1		
Лист 000000				3 ФЮРА.ОМКЮ.4У.165.03.000	Направляющая	2		
				4 ФЮРА.ОМКЮ.4У.165.04.000	Кранштейн	2		
				5 ФЮРА.ОМКЮ.4У.165.05.000	Кранштейн	2		
				6 ФЮРА.ОМКЮ.4У.165.06.000	Обойма	1		
					<i>Детали</i>			
Лист 000000				7 ФЮРА.ОМКЮ.4У.165.00.001	Косынка	2		
				8 ФЮРА.ОМКЮ.4У.165.00.002	Косынка	1		
				9 -01	Косынка	1		
				10 ФЮРА.ОМКЮ.4У.165.00.003	Платик	2		
				11 ФЮРА.ОМКЮ.4У.165.00.004	Пята опорная	4		
				12 ФЮРА.ОМКЮ.4У.165.00.005	Замок	2		
Лист 000000				13 ФЮРА.ОМКЮ.4У.165.00.006	Замок	4		
				<b>ФЮРА.ОМКЮ.4У.165.00.000</b>				
	№з, № лист	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
		Разраб.		Чернышев			Лист	Лист
		Проб.		Ильиченко			4	1
		Исполн.		Ильиченко			Листов	4
						<b>ЮТИ ТПУ</b>		
						<b>зр. 3-10А60</b>		
					<b>Основание</b>			
					Копировал	Формат	А4	

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		14	ФЮРА.ОМКЮ.4У.165.00.007	Лист нижний	1	
		15	-01	Лист нижний	1	
		16	ФЮРА.ОМКЮ.4У.165.00.008	Баковина	2	
		17	ФЮРА.ОМКЮ.4У.165.00.009	Баковина	1	
		19	ФЮРА.ОМКЮ.4У.165.00.010	Портал задний	1	
		20	ФЮРА.ОМКЮ.4У.165.00.011	Портал передний	1	
		21	ФЮРА.ОМКЮ.4У.165.00.012	Портал передний	1	
		22	ФЮРА.ОМКЮ.4У.165.00.013	Щиток	1	
		24	ФЮРА.ОМКЮ.4У.165.00.014	Ребро	1	
		26	ФЮРА.ОМКЮ.4У.165.00.015	Щиток	2	
		27	ФЮРА.ОМКЮ.4У.165.00.016	Ребро	2	
		28	ФЮРА.ОМКЮ.4У.165.00.017	Ребро	2	
		29	ФЮРА.ОМКЮ.4У.165.00.018	Крышка	1	
		31	ФЮРА.ОМКЮ.4У.165.00.019	Кожух	2	
		32	ФЮРА.ОМКЮ.4У.165.00.020	Стержень	2	
		33	ФЮРА.ОМКЮ.4У.165.00.021	Настил	1	
		34	ФЮРА.ОМКЮ.4У.165.00.022	Дуга	2	
		35	ФЮРА.ОМКЮ.4У.165.00.023	Дуга	2	
		36	ФЮРА.ОМКЮ.4У.165.00.024	Купол	1	
		37	ФЮРА.ОМКЮ.4У.165.00.025	Шпангоут	1	
		38	ФЮРА.ОМКЮ.4У.165.00.026	Ребро	2	
		39	ФЮРА.ОМКЮ.4У.165.00.027	Ребро	2	
		40	ФЮРА.ОМКЮ.4У.165.00.028	Накладка	1	
		42	ФЮРА.ОМКЮ.4У.165.00.029	Платик	8	
		43	ФЮРА.ОМКЮ.4У.165.00.030	Дуга	2	
		44	ФЮРА.ОМКЮ.4У.165.00.031	Настил	2	
		45	ФЮРА.ОМКЮ.4У.165.00.032	Дуга	2	
<b>ФЮРА.ОМКЮ.4У.165.00.000</b>						Лист
						2
Изн.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Копировал

Формат А4







*Приложение Б  
(обязательное)*

*Спецификация приспособление сборочно-сварочное*

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
A1			ФЮРА.000001.165.00.000 СБ	Сборочный чертеж		
<i>Сборочные единицы</i>						
		1	ФЮРА.000001.165.01.000	Рама	1	
		2	ФЮРА.000001.165.02.000	Упор	3	
		3	-01	Упор	3	
		4	ФЮРА.000001.165.03.000	Упор	1	
		5	-01	Упор	1	
		6	ФЮРА.000001.165.04.000	Винтовой прижим	8	
		7	ФЮРА.000001.165.05.000	Рукоять	8	
<i>Детали</i>						
		8	ФЮРА.000001.165.00.001	Труба	4	
		9	ФЮРА.000001.165.00.002	Труба	2	
		10	ФЮРА.000001.165.00.003	Ось	2	
		11	ФЮРА.000001.165.00.004	Штырь	4	
		12	ФЮРА.000001.165.00.005	Проушина	2	
		13	ФЮРА.000001.165.00.006	Проушина	2	
		14	ФЮРА.000001.3165.00.007	Упор	4	
		15	ФЮРА.000001.165.00.008	Упор	4	
<b>ФЮРА.000001.165.00.000</b>						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.	Чернышов				Лит.	Лист
Пров.	Ильященко				ц	Листов
Нконтр.	Ильященко					1
Утв.					<b>ЮТИ ТПУ гр. 3-10А60</b>	
<i>Копировал</i>					<i>Формат А4</i>	







Дроб.	Взлом.	Падж.	Разраб.	Проб.	Нормир.	Нач. БТК	Н. контр.	К/М	Цех	УЧ	РМ	Опер.	Поз.	Наименование ДСЕ или материала	Обозначение ДСЕ	ОП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. расх.	
я																		Разл. п.	Общ. п.	Тотп. п.	
															ФНРА МЖ04.У.165.000.0000						
<b>Основание</b>																					
K01														<i>Провалка Св-08ГСТ</i>	ГОСТ 2246-70	φ12	240593 кг				
02														<i>Смесь газоб Ag+CO</i>	ГОСТ Р ИСО 44175-2010		71,635 м <sup>3</sup>				
03														<i>Масса сб. ед. 34,27 кг.</i>							
04																					
05																					
06																					
07														<i>Спец. оснастка 136-3261, 136-3544, 136-3544; Позиционер</i>							
08																					
09																					
10																					
11																					
12																					
13																					
14																					
15																					
16																					
17																					
КК	Комплектовочная карта.																			4	





















Детль	Взвеш	Поздл																				
Разрлоб.																						
Пробл.																						
Нормлр.																						
Нчч. БТК																						
Н. конпр.																						
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.						
Б					Код, наименование оборудования																	
К/М					Наименование детали, сб. единицы или материала																	
А01																						
002	<i>Тип соединения</i>		<i>Длина, м.</i>		<i>Расход, кг.</i>		<i>Кол-во прох.</i>														<i>Примечание</i>	
03	- две дет. поз. 32.																					
А04	№ 30 нест.		0,94		0,996		4															
Б05	№ 31 нест.		0,94		1,025		4															
06	№ 13 У6		0,72		1,089		5															
07	- две дет. поз. 27.																					
08	№20 Т1		1,5		1,868		4															
09	- дет. поз. 26.																					
010	№13 У6		0,9		1,361		5															
011	№14 С8		1,04		2,862		8															
012	- две дет. поз. 38.																					
Т8	№8 Т3 - ▽ 8		1,02		0,414		1															
Т14																						
Т15																						
16																						
КТП	Карта технологического процесса																			14		





Детль.	Взам.	Лист.															
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.	
Б	Код, наименование оборудования				Обозначения документа												
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала				Обозначение, код												
Разраб.																	
Проб.																	
Нормир.																	
Нач. БТК																	
Н. контр.																	
А01																	
002	Тип соединения		Длина, м		Расход, кг		Кол-во прох.		Примечание								
03	- дет. поз. 67, дет. поз. 68.																
А04	№ 4 Т1 - $\triangle$ 12		0,08		0,069		3										
Б05	№ 6 Т1 - $\triangle$ 16		1,97		3,022		5										
06	№ 21 нест.		0,08		0,086		4										
07	- дет. поз. 59, дет. поз. 60.																
08	№ 46 нест.		0,06		0,395		19										
09	№ 5 Т1 - $\triangle$ 14		2,0		2,252		4										
010	№ 6 Т1 - $\triangle$ 16		1,47		2,256		5										
011	№ 20 нест.		166		2,067		4										
012	- четыре дет. поз. 69.																
Т03	№ 10 Т3 - $\triangle$ 14		2,8		6,306		4										
Т14	№ 21 нест.		0,12		0,13		4										
Т15																	
16																	
КТП	Карта технологического процесса															16	











Длнл.																	
Взлм.																	
Плзлн.																	
Разрлб.																	
Прлб.																	
Нлрмнр.																	
Нчн. БТК																	
Н. кнлтр.																	
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, нлмленлвание оперлцнн	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.	
Б					Код, нлмленлвание облрлдувлннл												
К/М					Нлмленлвание длтлмл, сб. едннцлн или млтлрнлл												
А01	Облзнлченнл документл																
	Облзнлченнл, код																
<b>Основление</b>																	
002	Тнп сслелнннл		Длнлн, м.		Расход, кг.		Кол-во прох.		Прнмечлннл								
03	№4 Т1 - □ 12		0,86		0,74		3										
А04	- длт. поз. 52.																
Б05	№5 Т1 - □ 14		1,51		1,7		4										
06	- дзве длт. поз. 4, дзве длт. поз. 5, четлре длт. поз. 4,2.																
07	№6 Т1 - □ 16		4,0		6,137		5										
08	№28 нест.		1,02		1,141		4										
09	№29 нест.		1,02		1,373		4										
010	№4 Т1 - □ 12		0,91		0,783		3										
011	№9 У4		2,14		1,252		2										
012	- дзве длт. поз. 34, дзве длт. поз. 35.																
Т0	№12 У4		1		2,668		6										
Т4	№5 Т1 - □ 14		2,6		2,928		4										
Т5																	
16																	
КТП	Карта технологического процесса																22



Деталь																		
Взлом																		
Падж.																		
Разраб.																		
Проф.																		
Нормир.																		
Нач. БТК																		
Н. контр.																		
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.	Нрасх.	
Б					Код, наименование оборудования													
К/М					Наименование детали, сб. единицы или материала													
АО1																		
АО2					Тип соединения	Длина, м	Расход, кг											Примечание
03					- дет. поз. 37, дет. поз. 33													
АО4					№12 У4	1,02	2,722											6
Б05					№3 Т1 - □ 10	1,35	0,79											2
06					- две дет. поз. 7, дет. поз. 8, дет. поз. 9.													
07					№22 нест.	1,22	0,676											2
08					№20 нест.	0,26	0,324											4
09					№18 - У1	1,22	5,122											12
010					№14 С8	0,26	0,671											8
011					№1 Т1 - □ 4	0,6	0,059											1
012					- две дет. поз. 43, две дет. поз. 45, дет. поз. 47, дет. поз. 48.													
Т03					№8 Т3 - □ 8	5,8	4,705											1
Т14					№12 У4	0,72	1,921											6
Т15					№41 нест.	12	1,36											4
16																		
КТП																		
Карта технологического процесса																		23

Детль		Взам.		Лист.												
Разраб.		Проф.		Фирма		№		Код		Обозначение		Код		Обозначение документа		
Проб.		Фирма		№		Код		Обозначение		Код		Обозначение документа		Обозначение документа		
Нормир.		Фирма		№		Код		Обозначение		Код		Обозначение документа		Обозначение документа		
Нач. БТК		Фирма		№		Код		Обозначение		Код		Обозначение документа		Обозначение документа		
Н. контр.		Фирма		№		Код		Обозначение		Код		Обозначение документа		Обозначение документа		
А		Цех		Уч.		РМ		Опер.		Код		наименование операции		Обозначение документа		
Б		Код		наименование		оборудования		Код		наименование		оборудования		Обозначение документа		
К/М		Наименование		детали, сб.		единицы или		материала		Код		наименование		оборудования		
А01		СМ		Проф.		Р		УТ		КР		КОИД		ЕН		
		Обозначение, код		Обозначение, код		Обозначение, код		Обозначение, код		Обозначение, код		Обозначение, код		Обозначение, код		
002	Тупя соединения		Длина, м	Расход, кг	Кол-во прох.		Примечание									
03	- дет. поз. 80, дет. поз. 79.															
A04	№20 T1		1,3	1619	4											
B05	№1 T1 - $\triangle$ 4		1,5	0,147	1											
06	- две дет. поз. 44, четыре дет. поз. 49.															
07	№34 нест.		1,27	2,82	7											
08	№14 С8		1,11	2,863	8											
09	№6 T1 - $\triangle$ 16		2,7	4,142	5											
010	№4 T1 - $\triangle$ 12*		0,12	0,103	6											
011	№6 T1 - $\triangle$ 16		3,7	5,677	5											
012	№17 нест.		0,12	0,032	1											
T0	- две дет. поз. 50.															
T4	№4 T1 - $\triangle$ 12		2,14	1,84	3											
T5																
16																
КТП	Карта технологического процесса															
	24															

Дет.	Взам.	Пздн.																					
Разраб.	Проб.	Нормир.	Нач. БТК	Н. контр.	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Код, наименование оборудования	Наименование детали, сб. единицы или материала	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.	Нрасх.
А	Б	К/М	А01									Обозначения документа											
Основание												Обозначение, код											
										ФНРА.МЖ024.У.165.000.0000													
<i>Основание</i>																							
<i>Тип соединения</i>																							
<i>Длина, м</i>												<i>Расход, кг</i>						<i>Кол-во прох.</i>					<i>Примечание</i>
- дет. поз. 63, 64, 65, 66.																							
№27 нест.												0,24						0,187					3
№3 Т1 - ▽ 10												7,0						4,097					2
№35 нест.												0,33						0,546					5
№5 Т1 - ▽ 14												3,4						3,828					4
№36 нест.												0,36						0,727					6
№6 Т1 - ▽ 16												5,6						8,592					5
№37 нест.												0,71						1,497					6
№6 Т1 - ▽ 16												1,06						1,626					5
№2 Т1 - ▽ 8												0,62						0,251					1
- две дет. поз. 4б.																							
№3 Т1 - ▽ 10												2,5						1,463					2
КТП												Карта технологического процесса										25	















