

Школа Юргинский технологический институт

Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»

Специализация «Оборудование и технология сварочного производства»

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА**

Тема работы
<b>РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА СБОРКИ-СВАРКИ ОСНОВАНИЯ СЕКЦИИ КРЕПИ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ</b>

УДК 621.757:621.791:21.285

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А70	Барсук А.В.		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Крюков А.В.	к.т.н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Крюков А.В.	к.т.н.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

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

Юрга – 2022 г.

*Планируемые результаты обучения по ООП*

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

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

Студент гр. 3-10А70

Барсук А.В.

Руководитель ВКР

Крюков А.В.

Школа Юргинский технологический институт  
 Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»  
 Специализация «Оборудование и технология сварочного производства»

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

### ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

ВКР бакалавра
---------------

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-10А70	Барсуку Александру Владимировичу

Тема работы:

Разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки основания секции крепи механизированной	
Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	24 .01.2022, 24-21/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	17.06.2022 г.
------------------------------------------	---------------

### 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>	<b>Материалы преддипломной практики</b>
<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. Разработка сборочно-сварочных приспособлений.</li> <li>5. Проектирование участка сборки-сварки.</li> <li>6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.</li> <li>7. Социальная ответственность.</li> </ol>

<p>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ФЮРА.000001.079.00.000 СБ Основание. Сборочный чертеж 4 листа (А1)</li> <li>2. ФЮРА.000002.079.00.000 СБ Приспособление сборочно-сварочное. Сборочный чертеж 3 листа (А1)</li> <li>3. ФЮРА.000001.079 ЛП План участка 1 лист (А1)</li> <li>4. ФЮРА.000002.079 ЛП Технологическая схема сборки-сварки 1 лист (А1)</li> <li>5. ФЮРА.000003.079 ЛП Система вентиляции участка 1 лист (А1)</li> <li>6. ФЮРА.000004.079 ЛП Основные технико-экономические показатели 1 лист (А1)</li> </ol>
---------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

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

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>03.02.2022 г.</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------

Задание выдал руководитель:

<p>Должность</p>	<p>ФИО</p>	<p>Ученая степень, звание</p>	<p>Подпись</p>	<p>Дата</p>
<p>Доцент ЮТИ</p>	<p>Крюков А.В.</p>	<p>к.т.н.</p>		

Задание принял к исполнению студент:

<p>Группа</p>	<p>ФИО</p>	<p>Подпись</p>	<p>Дата</p>
<p>З-10А70</p>	<p>Барсук А.В.</p>		

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

---

Школа Юргинский технологический институт  
Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»  
Специализация «Оборудование и технология сварочного производства»  
Период выполнения (осенний / весенний семестр 2021 – 2022 учебного года)

Форма представления работы:

<b>ВКР бакалавра</b> <small>(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)</small>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	17.06.2022 г.
------------------------------------------	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля)/ Вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
25.01.2022	Обзор литературы	20
25.02.2022	Объекты и методы исследования	20
25.03.2022	Расчеты и аналитика	20
25.04.2022	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
25.05.2022	Социальная ответственность	20

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

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

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП**

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

**Обучающийся**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А70	Барсук А.В.		

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

Обучающемуся:

Группа	ФИО
3-10А70	Барсуку Александру Владимировичу

<b>Школа</b>	Юргинский технологический институт	<b>Направление</b>	15.03.01 Машиностроение
<b>Уровень образования</b>	бакалавр	<b>Специализация</b>	Оборудование и технология сварочного производства

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

1. Стоимость ресурсов инженерного решения (ИР): материально-технических энергетических человеческих	606618,7 руб. 7945,74 руб. 16349,61 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов: Металл Проволока Газ	9750 кг. 291,13 кг. 86,23 м <sup>3</sup> .
3. Используемая система налогообложения ставка налогов ставка отчислений	общая 13% 30%

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

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

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

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

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	25.01.2022
------------------------------------------------------	------------

**Задание выдал:**

Руководитель ООП «Машиностроение»	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	к.т.н., доцент		25.01.2022 г.

**Консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	к.т.н., доцент		25.01.2022 г.

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А70	Барсук А.В.		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-10A70	Барсуку Александру Владимировичу

<b>Школа</b>	Юргинский технологический институт	<b>Направление</b>	15.03.01 Машиностроение
<b>Уровень образования</b>	бакалавр	<b>Специализация</b>	Оборудование и технология Сварочного производства

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

<p>1. Описание технологического процесса, проектирование оснастки и участка сборки-сварки быстровозводимого здания 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>	03.02.2022 г.
-------------------------------------------------------------	---------------

**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
3-10А70	Барсук А.В.		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа: 136 с., 6 рисунков, 33 таблицы, 55 источников, 4 приложения, 11 л. графического материала.

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

Объектом исследования является процесс изготовления основания механизированной крепи.

Цель работы - разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки основания секции крепи механизированной.

В процессе выполнения ВКР решались задачи определения структуры производственного процесса сварки, состава оборудования и работающих, разработка технологического процесса, сборочно-сварочных приспособлений.

В результате выбран наиболее эффективный вариант производственного процесса, подобрано оборудование: *LORCH S5 XT*, соответствующее режимам сварки и разработана технологическая оснастка, на основании чего спроектирован участок сборки-сварки основания.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: 000001.079.00.000 СБ Основание. Имеет габаритные размеры 3592 мм. 1650 мм. 1330 мм. Детали основания изготовлены из марок стали 14ХГ2САФД, 12ДН2ФЛ, 10ХСНД, Ст3пс, 09Г2С, 30ХГСА, сталь 35.

Область применения: Горнодобывающая промышленность.

Значимость работы: В процессе выполнения выпускной квалификационной работы разработано сборочно-сварочное приспособление, которая позволила сократить время изготовления основания и увеличило производительность труда.

## **Abstract**

*Final qualifying work: 136 pp., 6 figures, 33 tables, 55 sources, 4 appendices, 11 sheets. graphic material.*

*Key words: Fusion WELDING, TECHNOLOGY, WELDING MODES, WELDING CURRENT, WELDING EQUIPMENT, PERFORMANCE, SITE PLAN, DEVICES, INDUSTRIAL SAFETY, COST.*

*The object of the study is the process of manufacturing the base of a powered support.*

*The purpose of the work is the development of technology and the design of the assembly-welding section of the base of the mechanized support section.*

*In the process of performing WRC, the tasks of determining the structure of the production process of welding, the composition of equipment and workers, the development of the technological process, assembly and welding fixtures were solved.*

*As a result, the most efficient variant of the production process was chosen, equipment was selected: LORCH S5 XT, corresponding to the welding modes, and technological equipment was developed, on the basis of which the base assembly-welding section was designed.*

*Basic design, technological and technical and operational characteristics: 000001.079.00.000 SB Foundation. It has overall dimensions of 3592 mm. 1650 mm. 1330 mm. Base parts are made of steel grades 14KhG2SAFD, 12DN2FL, 10KhSND, St3ps, 09G2S, 30KhGSA, steel 35.*

*Field of application: Mining industry.*

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

## Содержание

Обозначения, сокращения, нормативные ссылки .....	15
Введение .....	19
1 Обзор и анализ литературы .....	21
1.1 <i>Aristo Super pulse</i> от компании <i>ESAB</i> .....	21
1.2 <i>Accu-Pulse</i> от фирмы <i>Miller</i> .....	21
1.3 <i>SpeedPuls</i> и <i>SpeedArc</i> от фирмы <i>LORCH</i> .....	22
1.4 Заключение .....	25
2 Объект и методы исследования .....	26
2.1 Описание сварной конструкции .....	26
2.2 Требования НД, предъявляемые к конструкции .....	26
2.2.1 Требования к подготовке кромок .....	27
2.2.2 Требования к сборке сварного соединения.....	27
2.2.3 Требования к сварке при прихватке .....	28
2.2.4 Требования к сварке .....	29
2.2.5 Требования к контролю .....	31
2.3 Методы и средства проектирования .....	37
2.4 Постановка задачи.....	38
3 Разработка технологического процесса .....	40
3.1 Анализ исходных данных .....	40
3.1.1 Основные материалы .....	40
3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки .....	44
3.1.3 Выбор сварочных материалов .....	45
3.2 Расчёт технологических режимов .....	47
3.3 Выбор основного оборудования.....	48
3.4 Выбор оснастки .....	51
3.5 Составление схем узловой и общей сборки.....	53
3.6 Выбор методов контроля. Регламент проведения. Оборудование .....	55
3.6.1 Визуальный и измерительный контроль.....	57
3.6.2 Требования к выполнению визуального и измерительного контроля.....	57

3.6.3	Порядок выполнения визуального и измерительного контроля сварных соединений. ....	58
3.6.4	Капиллярный метод (метод красок) .....	59
3.6.5	Требования к выполнению капиллярного метода контроля .....	60
3.7	Разработка технологической документации .....	61
3.8	Техническое нормирование операций .....	63
3.9	Материальное нормирование .....	66
3.9.1	Расход металла .....	66
3.9.2	Расход сварочной проволоки .....	67
4	Разработка сборочно-сварочных приспособлений .....	71
4.1	Проектирование сборочно-сварочных приспособлений .....	71
4.2	Расчёт элементов приспособления .....	72
4.3	Разработка эксплуатационной документации на приспособление .....	73
5	Проектирование участка сборки - сварки .....	74
5.1	Состав сборочно-сварочного цеха .....	74
5.2	Расчёт основных элементов производства .....	75
5.2.1	Определение количества необходимого числа оборудования .....	75
5.2.2	Определение состава и численности рабочих .....	76
5.3	Пространственное расположение производственного процесса .....	78
5.3.1	Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха .....	78
6	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение ...	79
6.1	Финансирование проекта и маркетинг .....	79
6.2	Экономический анализ техпроцесса .....	79
6.2.1	Расчет капитальных вложений в производственные фонды .....	80
6.2.2	Расчет себестоимости единицы продукции .....	84
6.3	Расчет технико-экономической эффективности .....	90
6.4	Основные технико-экономические показатели участка .....	90
7	Социальная ответственность .....	92
7.1	Описание рабочего места .....	92
7.2.	Законодательные и нормативные документы .....	93
7.3	Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды .....	95

7.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке .....	101
7.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производённой среды.....	101
7.4.1 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов .....	104
7.5 Охрана окружающей среды .....	104
7.6 Защита в чрезвычайных ситуациях .....	106
7.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности ....	107
Заключение .....	108
Библиография .....	110
Приложение А (Спецификация основания).....	115
Приложение Б (Технологический процесс).....	118
Приложение В (Спецификация приспособление сборочно-сварочное) .....	133
Приложение Г (Инструкция по эксплуатации приспособления) .....	135

Диск CD-R В конверте на обложке

Графическая часть На отдельных листах

ФЮРА.000001.079.00.000 СБ Основание. Сборочный чертеж	Формат 4-А1
ФЮРА.000002.079.00.000 СБ Приспособление сборочно-сварочное. Сборочный чертеж	Формат 3- А1
ФЮРА.000001.079 ЛП План участка	Формат А1
ФЮРА.000002.079 ЛП Технологическая схема сборки- сварки	Формат А1
ФЮРА.000003.079 ЛП Система вентиляции участка	Формат А1
ФЮРА.000004.079 ЛП Основные технико-экономические показатели	Формат А1

## Обозначения, сокращения, нормативные ссылки

TIG – Tungsten Inert Gas - ручная дуговая сварка неплавящимся электродом в среде инертного защитного газа;

MIG – Metal Inert Gas - дуговая сварка плавящимся металлическим электродом (проволокой) в среде инертного/активного защитного газа;

MAG – Metal Active Gas - дуговая сварка плавящимся металлическим электродом (проволокой) в среде активного защитного газа;

НД – нормативная документация;

СП – свод правил;

КМД – конструкции металлические детализированные;

ГОСТ – государственный стандарт;

НДТ – нормативно-технический документ;

ЕСКД – единая система конструкторской документации;

САПР – система автоматизированного проектирования;

ВИК – визуальный и измерительный контроль;

ПТД – проектно-техническая документация;

КПД – коэффициент полезного действия;

ИТР – инженерно-технические работники;

ГОСТ 33164.1-2014- Оборудование горно-шахтное. Крепи механизированные. Секции крепи. Общие технические условия;

ГОСТ 14792 – Детали и заготовки, вырезаемые кислородной и плазменно-дуговой резкой. Точность, качество поверхности реза;

ГОСТ 14771-76 – Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы. Конструктивные элементы и размеры;

ГОСТ 21778 – Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Основные положения;

ГОСТ 21779 – Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Технологические допуски;

ГОСТ 21780 – Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Расчет точности;

ГОСТ 6996 – Сварные соединения. Методы определения механических свойств;

ГОСТ 5264-80 – Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры;

ГОСТ 8713-79 – Сварка под флюсом. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры;

ГОСТ 11533-75 – Автоматическая и полуавтоматическая дуговая сварка под флюсом. Соединения сварные под острыми и тупыми углами;

ГОСТ 11534-75 – Ручная дуговая сварка. Соединения сварные под острыми и тупыми углами. Основные типы, конструктивные элементы и размеры;

ГОСТ 14771-76 – Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры;

ГОСТ 23518-79 – Дуговая сварка в защитных газах. Соединения сварные под острыми и тупыми углами. Основные типы, конструктивные элементы и размеры;

ГОСТ 24297-2013 – Верификация закупленной продукции. Организация проведения и методы контроля;

ГОСТ 15.001-88 – Система разработки и постановки продукции на производство (СРПП). Продукция производственно-технического назначения;

ГОСТ 15.005-86 – Система разработки и постановки продукции на производство. Создание изделий единичного и мелкосерийного производства, собираемых на месте эксплуатации;

ГОСТ 23616 – Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Контроль точности;

ГОСТ 26433.1 – Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Правила выполнения измерений. Элементы



заводского изготовления;

ГОСТ 26433.2 – Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Правила выполнения измерений параметров зданий и сооружений;

ГОСТ 9.402 – Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Покрытия лакокрасочные. Подготовка металлических поверхностей к окрашиванию;

ГОСТ 9.302 – Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Методы контроля;

ГОСТ 9.032-74 – Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Покрытия лакокрасочные. Группы, технические требования и обозначения;

ГОСТ 26433.2 – Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Правила выполнения измерений параметров зданий и сооружений;

ГОСТ 2.601-2006 – Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Эксплуатационные документы;

ГОСТ 2.610-2006 – Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Правила выполнения эксплуатационных документов;

ГОСТ 2.611-2011 – Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Электронный каталог изделий. Общие положения;

ГОСТ 1050-2013 –Metalлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия;

ГОСТ 19281-89 – Прокат из стали повышенной прочности;

ГОСТ 27772-2015 – Прокат для строительных стальных конструкций. Общие технические условия;

ГОСТ 19282-2014 – Прокат повышенной прочности. Общие технические условия;

ГОСТ Р ИСО 14175-2010 – Материалы сварочные. Газы и газовые смеси

для сварки плавлением и родственных процессов;

ГОСТ 2246-70 – Проволока стальная сварочная. Технические условия;

ГОСТ 8050-85 – Двуокись углерода газообразная и жидкая. Технические условия;

ГОСТ 10157 -2016 – Аргон газообразный и жидкий. Технические условия;

ГОСТ 427-75 – Линейки измерительные металлические. Технические условия;

ГОСТ 23118-2019 – Конструкции стальные строительные. Общие технические условия;

ГОСТ Р ИСО 17637-2014 – Контроль неразрушающий. Визуальный контроль соединений, выполненных сваркой плавлением;

ГОСТ 18442-80 – Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования;

ГОСТ Р ИСО 3452-2-2009 – Контроль неразрушающий. Проникающий контроль. Часть 2. Испытания пенетрантов;

СНиП II-23 – Строительные нормы и правила. Стальные конструкции;

СТО 9701105632-003-2021 – Инструкция по визуальному и измерительному контролю;

ГОСТ 15608-81 – Пневмоцилиндры поршневые. Технические условия;

СП 16.13330-2017 – Стальные конструкции.

## Введение

В настоящее время сварка является самым распространенным способом соединения изделий в области машиностроения, в частности при производстве изделий горно-шахтного оборудования. Применение сварки в производстве имеет ряд преимуществ, таких как:

- сокращение расхода металла;
- сокращение сроков выполнения работ;
- сокращение трудоёмкости.

При производстве изделий горно-шахтного оборудования применяется полуавтоматическая сварка в смеси газов *ISO M21-ArC*, так как это очень простой и эффективный технологический процесс.

Данный способ сварки имеет высокие технико-экономические показатели. Преимущества этого способа сварки заключается в следующем:

- высокая тепловая мощность дуги;
- высокое качество сварных соединений;
- возможность сварки различных металлов и тонкостенных изделий.

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка технологии и проектирование участка сборки-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.

В современных условиях сварочного производства актуальность данной темы проявляется в необходимости повышения производительности труда и снижение себестоимости изделия. Это обеспечивает качественно лучшее использование рабочей силы в процессе производства и повышение конкурентоспособности изделия на потребительском рынке, что является основной задачей в современной экономической политике России.

Работа состоит из введения, семи глав и заключения.

Первая глава- обзор и анализ литературы по существующим способам импульсной сварки и, как итог, выбор более подходящей для нашего производства. Вторая глава- описывается объект и методы исследования, рассматриваются требования нормативной документации к объекту исследования, осуществляется постановка задачи. Третья глава- на основании анализа исходных данных выбираются основные материалы, метод сварки, сварочное оборудование и материалы, выбираются методы контроля, разрабатывается техническая документация и проводится нормирование. В четвертой главе- проектируется сборочно-сварочное приспособление, рассчитываются его элементы и разрабатывается эксплуатационная документация. В пятой главе осуществляется проектирование участка сборки-сварки, определяется необходимое количество оборудования, состав и численность рабочих. Шестая глава посвящена финансовому менеджменту, экономическому анализу и расчету капитальных вложений в производственные фонды, определению технико- экономической эффективности и выводу основных технико- экономических показателей участка. В седьмой главе описывается рабочее место, законодательные и нормативные документы, производится анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды, рассматриваются правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности. В заключении подводятся итоги исследования, формируются окончательные выводы по рассматриваемой теме.

Объектом исследования является технологический процесс и участок сборки-сварки основания секции механизированной крепи.

Предметом исследования является основание.

## 1 Обзор и анализ литературы

### 1.1 *Aristo Super pulse* от компании *ESAB*

Сварка с *Aristo Super Pulse* сочетает в себе преимущества различных режимов дуговой сварки. Комбинация импульсной/короткой дуги обеспечивает полный контроль тепловложения. Дуга со струйным переносом в сочетании с импульсом обеспечивает высокую скорость сварки и глубину проплавления с минимальным искажением, предусмотрена возможность использования двух импульсных дуг с различными частотами.

Общие преимущества применения *Aristo SuperPulse*:

- облегчение сварки во всех пространственных положениях;
- равномерное проплавление шва;
- уменьшение зависимости процесса от изменения зазора;
- процесс меньше зависит от неравномерной теплопередачи при процессе *MIG* внешний вид сварного шва, как у *TIG*;
- подходит для механизации, например, с использованием *Railtrac* и *Miggytrac*;
- расширяет рабочий диапазон, позволяя использовать проволоки больших размеров.

Благодаря точно регулируемому подводу тепла и глубине проплавления *Superpulse* позволяет решить самые трудные сварочные задачи и повысить производительность [1].

### 1.2 *Accu-Pulse* от фирмы *Miller*

Технология *Accu-Pulse* позволяет осуществлять точный контроль импульсной дуги. При этом обеспечивается оптимальный контроль расплавленной ванны и можно увеличить скорость подачи проволоки и наплавки

на 20-25 %.

Если имеются отличия пропорций защитных газовых смесей от запрограммированных, то в большинстве случаев достаточно воспользоваться регулировкой длины дуги.

При заданном одном параметре второй поддерживается оптимальным по точкам контроля.

Технология *Accu-Pulse* в сравнении с традиционной импульсно-дуговой сваркой имеет следующие преимущества:

- возможность сварки более короткой дугой;
- улучшенный контроль сварочной ванны;
- пониженная чувствительность к изменениям вылета;
- пониженный уровень шума;
- дуга не блуждает при сварке в «угол»;
- сжатый столб плазмы дуги;
- возможность выполнять облицовочный шов при увеличенной скорости сварки или наплавки;
- пониженная чувствительность к плохой сборке и зазорам;
- идеально подходит для автоматических устройств слежения за положением и формированием шва.

Технология рекомендуется для сварки конструкционных и нержавеющей сталей [2].

### **1.3 *SpeedPuls* и *SpeedArc* от фирмы *LORCH***

Инновационные процессы *MIG-MAG* - сварки направлены на значительное увеличение скорости сварки, ощутимо упрощают сам процесс сварки и позволяют получить желаемую производительность. Компания *Lorch* сделала сварку быстрой.

Процессы *LORCH Speed* используется в сварочных полуавтоматах *MIG-*

MAG серий *S-SpeedPulse XT*, *S-Pulse XT* и *P*, качество которых признано одним из лучших в мире.

*SpeedPulse XT* позволяет сварщику легко и интуитивно управлять дугой. Владение дугой обеспечивается, прежде всего, запатентованной компанией *Lorch* регулировочной технологией для серии *S*. Она объединяет мощный процесс со всеми преимуществами сварки в режиме *SpeedPulse*. Однако вместо трудоёмкой импульсной сварки *SpeedPulse XT* обеспечивает сварщику свободу выбора регулировки дуги, например, посредством изменения расстояния от сопла до листа и тем самым длины дуги. При этом регулировка в серии *S* происходит так быстро и так точно, как никогда прежде. А именно: в той же самой фазе импульса. Сварщик может вести дугу интуитивно, легко и уверенно, и нужная корректировка будет вноситься в процесс сварки незамедлительно.

Функция *SpeedPulse* объединила качество и применяемость импульсной дуги со скоростью струйной дуги. При этом обеспечиваются уменьшенное тепловложение, улучшенный провар и четкое формирование шва.

Отличие от традиционного импульсного процесса заключается в том, что во время пауз между импульсами на долю миллисекунды включается струйный процесс сварки, тем самым перенос электродного металла происходит и между импульсами тоже. Таким образом, более эффективно используется энергия самой дуги, при этом количество переносимого металла остается контролируемым. Очень важно, что при процессе *SpeedPulse* обеспечивается более высокое и концентрированное давление электродного металла на заготовку и формируется более глубокое проплавление основного металла [3].

Это вдвое увеличило скорость импульсной сварки сохранив при этом все ее преимущества стандартной импульсной сварки:

- полное отсутствие брызг при сварке в смеси защитных газов ( $CO_2 + Ar$ );
- отсутствие перегрева и деформаций металла;
- формирование качественного сварочного шва при меньшем тепловложении в деталь;

- качественный и более глубокий провар;
- высокую скорость сварки;
- отличные результаты также при сварке алюминия и нержавеющей стали в режиме *MIG/MAG*.

стали в режиме *MIG/MAG*.

Специально для работы с толстым металлом был создан сварочный процесс *SpeedArc*. Его цель - ускорить и облегчить процесс сварки соединений из толстостенного металла, а также сократить расход присадочной проволоки. В результате долгих испытаний *LORCH* была получена новая сварочная дуга, обладающая большей энергетической плотностью, более сфокусированная, обеспечивающая большее давление сварочной дуги в расплаве. Так, при использовании *SpeedArc* металл толщиной 15 мм можно сварить за 1 проход (при мощности сварочных полуавтоматов от 400А).

Данный процесс отличается по характеру своей работы от стандартной сварки *MIG/MAG*. Сварщик варит на короткой дуге, что делает сварочный процесс очень стабильным. *SpeedArc* характеризуется струйным переносом металла, что увеличивает скорость сварки на 30%.

Благодаря большой энергетической плотности сварочной дуги, *SpeedArc* позволяет улучшить провар по сравнению со стандартной сваркой *MIG/MAG*, а также делать разделку кромок на 40° вместо привычных 60°. За счет этого, вы можете сократить число проходов сварки, а также количество используемой сварочной проволоки. Что является немалой экономией. *SpeedArc* может работать с вылетом проволоки до 40 мм без потери качества. Сварочный полуавтомат автоматически корректирует все показатели сварки и процесс остается стабильным.

*SpeedArc* применяется только для металлов толщиной от 8 мм. В работе с металлами меньшей толщины данный сварочный процесс и сама сварка очень нестабильна. При работе с тонким металлом *SpeedArc* теряет свой смысл, т.к. его задача - быстрая и качественная сварка толстого металла [4].



## 1.4 Заключение

Основываясь на приведенных выше статьях, делаем вывод, что импульсные режимы *MIG-MAG* сварки, направленные на значительное увеличение скорости сварки, ощутимо упрощают сам процесс сварки и позволяют получить желаемую производительность.

Все рассмотренные технологии импульсной сварки очень схожи между собой и гарантируют лучший контроль сварочной ванны, равномерное проплавление шва, имеют пониженную чувствительность к сборке и зазорам, высокую скорость сварки и т.д. Но у компании *LORCH* имеется преимущество в виде функции *SpeedArc*, которая позволяет сваривать детали до 15мм без разделки кромок и за один проход без потери качества, что значительно ускоряет процесс сварки. Так как многие элементы крепи выполнены из толстолистового металла, то данная функция имеет большую актуальность в нашем случае.

Режимы *SpeedPulse*, *SpeedArc*, *Speed Twin Pulse*, которые могут сочетаться в одном источнике питания, допускают увеличение скорости сварки до 30%. И при этом качество не вызывает сомнений, так как их сварочные полуавтоматы признаны одними из лучших в мире.

## **2 Объект и методы исследования**

### **2.1 Описание сварной конструкции**

Механизированная крепь- это передвигающаяся горная крепь для временного поддержания призабойной части очистного пространства и сохранения очистной выработки в рабочем и безопасном состоянии. Вместе с очистным комбайном, крепью сопряжений и забойным конвейером механизированная крепь входит в состав выемочных механизированных комплексов.

Основание секции механизированной крепи является сложной сварной конструкцией и выполняет функцию опорной части секции крепи, которое опирается на породы почвы. Конструкция изделия представлена на чертеже ФЮРА.00001.079.00.000 СБ. Основание - это цельносварная конструкция из элементов листового проката и литых деталей изготовленная из следующих марок стали: 14ХГ2САФД, 12ДН2ФЛ, 10ХСНД, СтЗпс5, сталь 35, 09Г2С.

Масса основания составляет 7500 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**

Основание секции механизированной крепи относится к пятой группе опасных производственных объектов контроля «Объекты угольной и горнорудной промышленности», «5.3. Горно-транспортное и углеобогащительное оборудование». Требования к конструкции указаны в ГОСТ 33164.1-2014 «Оборудование горно-шахтное. Крепи механизированные. Секции крепи. Общие технические условия» и ГОСТ 23118-2019 «Конструкции

стальные строительные. Общие технические условия».

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

Требования к подготовке кромок представлены В НТД [5].

Геометрические размеры и форма разделки кромок должны соответствовать требованиям ГОСТ 14771-76 «Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы. Конструктивные элементы и размеры», ГОСТ 11534-75 «Ручная дуговая сварка. Соединения сварные под острыми и тупыми углами. Основные типы, конструктивные элементы и размеры».

Все приторцовываемые кромки подлежат в обязательном порядке строжке или фрезерованию вне зависимости от способа резки деталей.

При проведении автоматической кислородной и плазменной резки кромки деталей, не подлежащие сварке, не должны иметь шероховатости более 0,3 мм в соответствии со вторым классом по таблице 3 ГОСТ 14792.

Кромки деталей из углеродистой стали, не отвечающие указанным требованиям по шероховатости, допускается исправлять плавной зачисткой.

### **2.2.2 Требования к сборке сварного соединения**

Требования к сборке сварного соединения представлены В НТД [5].

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

2. Сборку конструкций следует выполнять по разметке, по копирам и в кондукторах или в сборочно-сварочных приспособлениях.

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

### **2.2.3 Требования к сварке при прихватке**

Требования к прихваткам представлены В НТД [6].

Закрепление деталей при сборке допускается осуществлять прихватками, к которым предъявляют следующие требования:

- прихватки собираемых деталей в конструкции необходимо располагать только в местах наложения сварных швов;
- катет шва прихваток устанавливают минимальным в зависимости от толщины соединяемых элементов согласно СП 16.13330;
- длина сварного шва прихватки должна быть не менее 30 мм, расстояние между прихватками - не более 500 мм, на каждой детали должно быть не менее двух прихваток;
- сварочные материалы для прихваток должны соответствовать таблице Г.1 СП 16.13330.2017 и обеспечивать качество наплавленного металла, соответствующее качеству металла сварных швов по проектной документации;
- при сборке конструкций большой массы размеры и расстановку прихваток определяют с учетом усилий, возникающих при кантовании и транспортировании.

Перед прихваткой необходимо проверить правильность установленного зазора между кромками, смещение кромок и плавность перехода при разной толщине свариваемых листов в соответствии с НД и чертежами КМД.

Прихватки следует располагать со стороны, противоположной выполнению первого прохода. Расположение прихваток на пересечении швов не

допускается. Прихватки должны быть тщательно очищены от шлака, проверены на отсутствие дефектов внешним осмотром .

#### **2.2.4 Требования к сварке**

Требования к сварке представлены В НТД [5].

Сварка стальных конструкций должна выполняться по разработанному технологическому процессу, оформленному в виде типовых или специальных технологических инструкций или по проекту производства сварочных работ.

Механические свойства металла сварных соединений, определенные на основе результатов испытаний по ГОСТ 6996, должны соответствовать следующим требованиям:

- временное сопротивление разрыву металла сварного соединения должно быть не ниже требований, предъявляемых к основному металлу;
- твердость металла сварного соединения (металла шва, зоны термического влияния) при сварке конструкций в заводских условиях должна быть не выше 350 HV в конструкциях 1-й группы по классификации СНиП II-23 и не выше 400 HV для конструкций остальных групп; при сварке конструкций в монтажных условиях твердость металла сварного соединения должна быть не выше 350 HV;
- ударная вязкость на образцах типа VI при среднесуточной температуре наружного воздуха в наиболее холодную пятидневку, указанной в проекте, должна быть не ниже 29 Дж/см<sup>2</sup>, за исключением соединений, выполняемых электрошлаковой сваркой;
- относительное удлинение должно быть не ниже 16%.

Отклонение размеров швов сварных соединений от проектных не должно превышать значений, указанных в ГОСТ 5264, ГОСТ 8713, ГОСТ 11533, ГОСТ 11534, ГОСТ 14771, ГОСТ 23518. Размеры углового шва должны обеспечивать его рабочее сечение, определяемое величиной проектного значения катета с

учетом предельно допустимой величины зазора между свариваемыми элементами; при этом для расчетных угловых швов превышение указанного зазора должно быть компенсировано увеличением катета шва.

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

Около шва сварного соединения должен быть поставлен номер или знак сварщика, выполнившего этот шов. Номер или знак проставляется на расстоянии не менее 4 см от границы шва, если нет других указаний в проектной или технологической документации. При сварке сборочной единицы одним сварщиком допускается производить маркировку в целом; при этом знак сварщика ставится рядом с маркировкой отправочной марки. При сварке в монтажных условиях допускается маркировку швов производить на исполнительных схемах.

В зависимости от конструктивного оформления, условий эксплуатации и степени ответственности швы сварных соединений разделяются на I, II, III категории, которые определяют высокий, средний и низкий уровень качества.

В проектной документации должны быть указаны:

- сварные соединения, для которых требуются контроль с использованием ультразвуковых, радиографических методов, а также механические испытания;
- методы и объемы контроля;
- требуемый уровень качества сварных соединений.

При визуальном контроле сварные швы должны удовлетворять следующим требованиям:

- а) иметь гладкую или равномерно чешуйчатую поверхность без резких переходов к основному металлу (требование плавного перехода к основному металлу должно быть специально обосновано и обеспечено дополнительными технологическими приемами);

б) швы должны быть плотными по всей длине и не иметь видимых прожогов, сужений, перерывов, наплывов, а также недопустимых по размерам подрезов, непроваров в корне шва, несплавлений по кромкам, шлаковых включений и пор;

в) металл шва и околошовной зоны не должен иметь трещин любой ориентации и длины;

г) кратеры швов в местах остановки сварки должны быть переварены, а в местах окончания – заварены .

### **2.2.5 Требования к контролю**

Требования к контролю представлены В НТД [5].

Входной контроль.

Входной контроль материалов и комплектующих изделий проводят в соответствии с ГОСТ 24297.

При наличии в стандартах или технических условиях на конструкции серийного производства и проектной документации на конструкции единичного или мелкосерийного изготовления требований о входном контроле качества материалов и комплектующих изделий его производят в аттестованной лаборатории или лаборатории изготовителя конструкций.

При этом применяют правила приемки и методы контроля, предусмотренные стандартами или техническими условиями поставщика.

Операционный контроль.

Операционный контроль проводят в соответствии с технологической документацией изготовителя. Контроль должен быть достаточным для оценки качества выполняемых операций, имея в виду выполнение требований стандартов или технических условий и проектной документации на конструкции.

Состав контролируемых признаков в процессах контроля и полнота охвата их контролем, а также точность и стабильность параметров

технологических режимов операций производства принимаются по технологической документации изготовителя, разработанной в соответствии со стандартами единой системы технологической подготовки производства, и подтверждаются при постановке на производство в соответствии с ГОСТ 15.001 и ГОСТ 15.005.

При выборочном контроле случайно отобранная единица подлежит контролю по всем параметрам. Если фактическое значение хотя бы одного параметра единицы выходит за пределы допуска, эта единица выбраковывается и тогда контролируют удвоенное количество единиц из данной партии. В случае повторного обнаружения брака по данному параметру все единицы партии возвращают исполнителю на разбраковку, а затем их предъявляют на контроль в том же порядке.

Операционный контроль качества сварных соединений.

Операционный контроль качества сварных соединений должен производиться до нанесения антикоррозионной защиты (в том числе окрашивания конструкций). Методы и объемы операционного контроля указаны в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Методы и объемы операционного контроля

Метод контроля, ГОСТ	Тип контролируемых швов по таблице 1	Объем контроля	Примечания
Визуальный и измерительный	Все	100%	Результаты контроля швов типов 1-5 по таблице 2 должны быть оформлены протоколом



Продолжение таблицы 2.1

Ультразвуковой, ГОСТ 14782 или радиографический, ГОСТ 7512	1 и 2	100%	-
	3	10%	Без учета объема, предусмотренного для швов типов 1 и 2
	4	5%	То же
	5 и 8	1 %	"
Механические испытания, ГОСТ 6996	Тип контролируемых соединений, объем контроля и требования к качеству должны быть указаны в проектной документации с учетом требований 4.10.2		
<p>Примечания</p> <p>1 Методы и объем контроля сварных соединений в узлах повышенной жесткости, где увеличивается опасность образования трещин, должны быть дополнительно указаны в проектной документации.</p> <p>2 В конструкциях и узлах, характеризующихся опасностью образования холодных и слоистых трещин в сварных соединениях, контроль качества следует производить не ранее чем через двое суток после окончания сварочных работ.</p>			

Неразрушающий контроль качества сварных соединений необходимо выполнять после исправления недопустимых дефектов, выявленных визуальным и измерительным контролем.

Контролю в первую очередь должны быть подвергнуты швы в местах их

взаимного пересечения и в местах с признаками дефектов. Если в результате этого контроля установлено неудовлетворительное качество шва, контроль должен быть продолжен до выявления фактических границ дефектного участка.

Контроль должен осуществляться в соответствии с требованиями стандартов, проектной и технологической документации. Неразрушающий контроль должен производиться специалистами (дефектоскопистами), аттестованными в установленном порядке. Заключение по результатам контроля должно быть подписано специалистом не ниже II уровня.

При систематическом выявлении в сварных соединениях недопустимых дефектов (уровень брака более 10 %) методами неразрушающего контроля объем контроля должен быть удвоен, а при дальнейшем выявлении недопустимых дефектов необходимо выполнить контроль всех соединений данного типа в объеме 100%.

Сварные соединения, не удовлетворяющие требованиям к их качеству, должны быть исправлены в соответствии с разработанной технологией и повторно проконтролированы.

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

Приемочный контроль.

При приемочном контроле осуществляют приемку готовых изделий по качеству на основании данных входного, операционного, периодического и приемосдаточного контроля.

Периодический контроль проводят в сроки, установленные технологической документацией изготовителя, или внепланово в случае выявления при приемосдаточном контроле регулярных несоответствий требованиям нормативной или проектной документации.

При неудовлетворительных результатах периодического контроля выпуск конструкций должен быть прекращен до устранения причин, вызвавших

появление дефектов.

Приемосдаточный контроль каждой партии конструкций выполняют по номенклатуре показателей и процедур, приведенных в таблице 2.2:

Таблица 2.2 - Номенклатура показателей и процедур при приемо-сдаточном контроле

Наименования контролируемого параметра	Вид контроля
Документы о входном и операционном контроле	Проверка наличия документов и данных о соответствии контролируемых параметров требованиям НТД
Геометрические параметры конструкции (отправочного элемента), влияющие на собираемость	Измерение
Качество сварных соединений*	Визуальный на соответствие требованиям 6.4.2.  При наличии дефектов, выявленных визуальным контролем, - по 5.7.4.2, при этом объем контроля по таблице 4 (см. ГОСТ 23118-2019)
Качество отверстий под болтовые и заклепочные соединения	Визуальный Измерение
Внешний вид и толщина защитного покрытия	Визуальный Измерение толщины Измерение адгезии
* При приемосдаточном контроле качества сварных соединений проверяемые контрольные участки должны быть очищены от нанесенной антикоррозионной защиты.	

Потребитель имеет право производить входной контроль конструкций, применяя при этом правила приемки, установленные настоящим стандартом, стандартами, техническими условиями или проектной документацией на конкретные конструкции.

Методы контроля.

Контроль изделий осуществляет служба технического контроля изготовителя и надзорного органа.

Виды и методы контроля изделий принимают в соответствии с данным стандартом, а также стандартами и техническими условиями на конкретные конструкции серийного производства, проектной документации конструкций единичного и мелкосерийного производства, если в них они установлены.

Выбор методов и средств измерений геометрических параметров конструкций при контроле следует производить по ГОСТ 23616.

Правила выполнения измерений геометрических параметров следует принимать по ГОСТ 26433.1 и ГОСТ 26433.2.

Контроль качества очистки и обезжиривания необходимо производить в соответствии с ГОСТ 9.402.

Внешний вид покрытия следует контролировать визуально по ГОСТ 9.302 для покрытий металлических и неметаллических неорганических и по ГОСТ 9.032 для покрытий лакокрасочных.

Контроль толщины покрытия необходимо проводить неразрушающими методами с применением приборов для контроля толщины покрытий в соответствии с ГОСТ 9.302. За результат следует принимать среднее значение пяти измерений толщины покрытия на каждом контролируемом участке.

Плотность покрытия, эластичность, адгезию, испытание на изгиб и другие требования к покрытиям, если они приведены в проектной и нормативной документации, контролируют по методикам, утвержденным в установленном порядке.

Геометрические параметры конструкций при контрольных и общих сборках контролируют по ГОСТ 26433.2.

Монтажные болтовые соединения проверяют калибрами в соответствии с требованиями, установленными в проектной документации .

## **2.3 Методы и средства 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 курсовом проекте:

Обзор литературы – это часть исследования, в которой был рассмотрен обзор существующей литературы по теме современные способы импульсно-дуговой 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 перекрытия, сборочно-сварочное приспособление.

Конструирование изделий – это процесс создания различных видов изделий, имеющих конкретное назначение. В процессе конструирования составляется проект изделия, который может состоять из различных графических изображений, 3D моделей, технических расчётов. В ходе конструирования производится детальная проработка и сопоставление различных возможных вариантов деталей, готовых изделий, механизмов, конструкций. В обязательном порядке проводится исследование их соответствия изначальной технической документации, а также проводится оценка качества.

Проектирование изделий и разработка подробной конструкторской документации является основополагающим процессом перед окончательным

изготовлением любого изделия, детали, механизма.

Процесс конструирования изделий производится в строгом соответствии со всеми требованиями актуальных стандартов ЕСКД (ГОСТ 2.601-2006, ГОСТ 2.610-2006, ГОСТ 2.611). В ходе конструирования и моделирования используются специализированные системы автоматизированного проектирования (САПР)

Для формирования технической документации, управления процессом технологического проектирования, а также для планирования производства применяется программное обеспечение для автоматизированного проектирования и нормирования технологических процессов СПРУТ-ТП.

Проектирование изделий основного и вспомогательного производств в машиностроении выполняется при помощи систем автоматизированного проектирования КОМПАС- 3D. Она позволяет оперативно выпускать чертежи изделий, спецификации, технические условия и прочие документы.

## **2.4 Постановка задачи**

Целью работы является разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки основания секции крепи механизированной.

Задачами данной выпускной квалификационной работы является:

- 1) проведение технологического анализа изделия;
- 2) выбор наиболее эффективного метода сварки и сварочных материалов;
- 3) выбор необходимого сварочного оборудования;
- 4) оформление технологической документации;
- 5) техническое нормирование операций;
- 6) определение потребного состава всех необходимых элементов производства и их рациональное размещение;
- 7) разработка мероприятий по безопасности жизнедеятельности и

охране труда;

8) расчет экономической составляющей разработанного технологического процесса.

### 3 Разработка технологического процесса

#### 3.1 Анализ исходных данных

##### 3.1.1 Основные материалы

Изготавливаемое изделие – основание. В качестве материала деталей основания используют стали следующих марок: 14ХГ2САФД, 12ДН2ФЛ, 10ХСНД, ст3пс5, 09Г2С, 30ХГСА (свариваемость хорошая, сварные соединения высокого качества, сварка выполняется без применения особых приемов) и 35 (свариваемость удовлетворительная, для получения высококачественных сварных соединений необходимо строгое соблюдение режимов сварки, специальные присадочные материалы, нормальные температурные условия, в некоторых случаях – подогрев, проковка швов, термообработка) [7]. Выбор этих сталей обусловлен необходимостью в сочетании надежности конструкции с хорошей технологической свариваемостью и небольшой себестоимостью [7].

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

Таблица 3.1 - Химический состав стали 14ХГ2САФД в % [8]

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

Таблица 3.2 – Механические свойства стали 14ХГ2САФД [8]

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



Химический состав и механические свойства стали 12ДН2ФЛ приведены в таблицах 3.3 и 3.4.

Таблица 3.3 – Химический состав в % стали 12ДН2ФЛ [8]

<i>C</i>	<i>Mn</i>	<i>Si</i>	<i>P</i>	<i>S</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>V</i>	<i>Cu</i>
			не более					
0,08- 0,16	0,40- 0,90	0,20- 0,40	0,035	0,035	0,30	1,80- 2,20	0,08- 0,15	1,20-1,50

Таблица 3.4 – Механические свойства стали 12ДН2ФЛ [8]

$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\sigma_T$ , МПа	$\delta_5$ , %
390	650	550	12

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

Таблица 3.5 - Химический состав стали 35 в % (ГОСТ 1050-2013) [8]

<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	<0,05	-	-	Не более	
						0,04	0,045

Таблица 3.6 – Механические свойства стали 35 [8]

$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta_5$ , %	$KCU_{40}$ МДж/м <sup>2</sup>
275	390	15	0,5

10ХСНД – низколегированная сталь хорошо сваривается всеми способами сварки не имеющая склонности к отпускной хрупкости. Сталь

предназначена для изготовления сварных металлоконструкций и различных изделий, к которым предъявляются требования повышенной прочности и коррозионной стойкости с ограничением массы, работающих при температуре окружающей среды от минус 70 °С до плюс 450 °С [8].

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

Таблица 3.7 – Химический состав стали 10ХСНД, % (ГОСТ 19281-89) [8]

<i>C</i>	<i>Mn</i>	<i>Si</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Cu</i>	<i>P</i>	<i>S</i>	<i>N</i>
до 0,12	0,5-0,8	0,8-1,1	0,6-0,9	0,5-0,8	0,4-0,6	0,035	0,040	0,008

Таблица 3.8 – Механические свойства стали 10ХСНД [8]

$\sigma_t$ , МПа	$\sigma_b$ , МПа	$\delta_5$ , %
350	390	19

Химический состав и механические свойства стали ст3пс5 приведен в таблицах 3.9 и 3.10.

Таблица 3.9 – Химический состав стали ст3пс5, % (ГОСТ 27772-2015) [8]

<i>C</i>	<i>Mn</i>	<i>Si</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Cu</i>	<i>P</i>	<i>S</i>
0,28- 0,34	0,8-1,1	0,9-1,2	0,8-1,1	0,3	0,3	Не более	
						0,025	0,025

Таблица 3.10 – Механические свойства стали ст3пс5 [8]

$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta_5$ , %
205-245	370-480	23-26

09Г2С – низколегированная сталь хорошо сваривается всеми способами сварки не имеющая склонности к отпускной хрупкости. Сталь предназначена для изготовления различных деталей и элементов сварочных металлоконструкций, работающих при температуре окружающей среды от минус 70 °С до плюс 425 °С под давлением [8].

Химический состав и механические свойства стали 09Г2С приведен в таблицах 3.11 и 3.12.

Таблица 3.11 – Химический состав стали 09Г2С,% (ГОСТ 19282-2014) [8]

<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>Si</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Cu</i>	<i>P</i>	<i>S</i>	<i>As</i>	<i>N</i>
0,5-0,8	1,3-1,7	Не более							
		0,12	0,3	0,3	0,3	0,035	0,04	0,08	0,008

Таблица 3.12 – Механические свойства стали 09Г2С [8]

$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta_5$ , %	$KCU_{40}$ МДж/м <sup>2</sup>
345	490	21	0,5

Химический состав и механические свойства стали 30ХГСА приведен в таблицах 3.13 и 3.14.

Таблица 3.13 – Химический состав стали 30ХГСА, % (ГОСТ 19282-2014) [8]

<i>C</i>	<i>Mn</i>	<i>Si</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Cu</i>	<i>P</i>	<i>S</i>
0,28-0,34	0,8-1,1	0,9-1,2	0,8-1,1	0,3	0,3	Не более	
						0,025	0,025

Таблица 3.14 – Механические свойства стали 30ХГСА [8]

$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta_5$ , %	$KCU_{40}$ МДж/м <sup>2</sup>
490	655	16	0,5

### 3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки

Способ сварки при разработке технологии следует выбирать таким образом, чтобы он удовлетворял всем требованиям, установленным исходными данными.

Для сталей 14ХГ2САФД, 12ДН2ФЛ, 10ХСНД, ст3пс5, сталь 35, 09Г2С и 30ХГСА рекомендуются следующие способы сварки: механизированная и автоматическая сварка в Ar+CO<sub>2</sub> 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 [7].

Принимаем сварку плавящимся электродом в смеси газа ISO 14175-M21-ArC-18 по ГОСТ Р ИСО 14175-2010 (смесь двуокиси углерода с аргоном в соотношении 18% двуокиси углерода к 82% аргона) режимом *SpeedArc*, так как рассматриваемое изделие состоит из металла большой толщины. С помощью режима *SpeedArc* повышается скорость сваривания деталей из толстолистового металла и гарантируется проплавление в корне шва.

### 3.1.3 Выбор сварочных материалов

При сварке в смеси газов электродная проволока является единственным материалом, через который можно в достаточно широких пределах изменять состав и свойства металла шва. Состав металла шва выбирают близким к составу основного металла, при этом необходимые свойства металла получают за счёт сварочной проволоки. Сварку ведут проволокой с повышенным содержанием элементов - раскислителей. Выбираем проволоку Св-08ГСМТ по ГОСТ 2246-70.

Проволока Св-08ГСМТ ГОСТ 2246-70 выпускается диаметром от 0,3 до 12 мм. Она поставляется в мотках, упакованных в парафинированную бумагу или полиэтилен. К каждому мотку прикреплена бирка с названием завода-изготовителя, марка, диаметр, ГОСТ. На рабочее место проволока подаётся в кассетах, намотанных на специальных станках. Химический состав проволоки и механические свойства металла шва приведены в таблице 3.15 и 3.16.

Таблица 3.15 – Химический состав проволоки в % по ГОСТ 2246-70 [9]

Марка проволоки	Химический состав							
	C	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	≤0,03	≤0,03	≤0,025	≤0,03

Таблица 3.16 – Механические свойства металла шва [9]

Марка проволоки	$\sigma_B$ , МПа	$\delta$ , %	$KCU$ , кДж/см <sup>2</sup>	
			20 <sup>0</sup> С	-20 <sup>0</sup> С
Св-08ГСМТ	452	18	120	75

Для защиты сварочной дуги и сварочной ванны принимаем смесь

двуокиси углерода с аргоном в соотношении 18% двуокиси углерода к 82% аргона. Обозначение по ГОСТ Р ИСО 14175-2010- ISO 14175-M21-ArC-18

Сырьем для изготовления являются двуокись углерода и аргон.

Двуокись углерода – бесцветный, неядовитый, тяжелее воздуха. Он хорошо растворяется в воде. Жидкая углекислота – бесцветная жидкость, плотность которой сильно изменяется с изменением температуры. Вследствие этого углекислота поставляется по массе, а не по объёму. При испарении 1 кг углекислоты образуется 509 литров двуокиси углерода.

Двуокись углерода поставляется по ГОСТ 8050-85 трёх сортов. Состав приведён в таблице 3.17.

Таблица 3.17 – Состав  $CO_2$ , в % [9]

Содержание	Сорт		
	Высший сорт	1 сорт	2 сорт
$CO_2$ (не менее)	99,8	99,5	98,8
$CO$ (не более)	0	0	0,05
Водяных паров при 760мм.рт.ст. и $20^{\circ}C$ (не более), г/см <sup>3</sup> .	0,178	0,515	Не проверяют

В качестве инертного газа в смесь входит аргон по ГОСТ 10157 – 2016. Состав приведён в таблице 3.18.

Таблица 3.18 – Состав  $Ar$ , в % [9]

Наименование показателя	Норма	
	Высший сорт	Первый сорт
1 Объемная доля аргона, %, не менее	99,993	99,987
2 Объемная доля кислорода, %, не более	0,0007	0,002
3 Объемная доля азота, %, не более	0,005	0,01

Продолжение таблицы 3.18

4 Объемная доля водяных паров, %, не более, что соответствует температуре насыщения аргона водяными парами при давлении 101,3 кПа (760 мм рт.ст.), °С, не выше	0,0009 Минус 61	0,001 Минус 58
5 Объемная доля суммы углеродсодержащих соединений в пересчете на $CO_2$ , %, не более	0,0005	0,001

### 3.2 Расчёт технологических режимов

В нашем проекте предусмотрено использование источника питания с синергетическим управлением, основанным на микропроцессорных технологиях, обеспечивающих оптимальные параметры импульсов и вида сварочного тока, с учетом марки, толщины и свойств металла изделия, а так же диаметра и марки проволоки, вида и состава защитного газа. Поэтому нам достаточно определить только диаметр сварочной проволоки.

3.2.1 Сварка механизированная, выполняется проволокой Св-08ГСМТ, в нижнем положении. Соединение тавровое типа Т1 с катетом 20 мм. показано на рисунке 3.1:

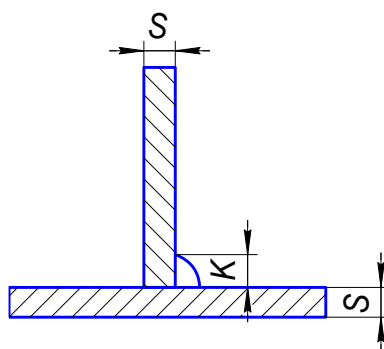


Рисунок 3.1 Тавровое соединение Т1- Δ20 ГОСТ 14771-76: S- толщина листа, K – катет

Диаметр электродной проволоки рассчитываем по известной площади наплавленного металла соответствующего прохода (корневого и заполняющего),

мм. [10]:

$$d_{ЭПi} = K_d \cdot F_{Hi}^{0,625}. \quad (3.1)$$

Коэффициент  $K_d$  выбираем в зависимости от положения шва и способа сварки по уровню автоматизации.

Ориентировочно площадь корневого и заполняющего проходов при положении шва принимаем  $F_{НК}=15 \text{ мм}^2$  и  $F_{НЗ}=30 \text{ мм}^2$ .

Чтобы определить общее количество проходов, необходимо найти общую площадь наплавленного металла.

Определим общее количество проходов [10]:

$$n_{по} = \frac{F_{НО}-F_{НК}}{F_{НЗ}} + 1 = \frac{314-15}{30} + 1 = 10,97, \quad (3.2)$$

Примем  $n_{по} = 10$ .

Уточним площадь  $F_{НЗ}$  с учетом количества проходов:

$$F'_{НЗ} = \frac{F_{НО}-F_{НК}}{n_{по}-n_{пк}} = \frac{314-15}{10-1} = 33,2 \text{ мм}^2, \quad (3.3)$$

Рассчитаем диаметр электродной проволоки для корневого  $d_{ЭПК}$  и заполняющих  $d_{ЭПЗ}$ , при сварке  $K_d=0,149\dots0,409$ :

$$d_{ЭПК}=(0,149\dots0,409) \cdot F_{НК}^{0,625}=(0,149\dots0,409) \cdot 15^{0,625}=0,81\dots2,2 \text{ мм} \quad (3.4)$$

$$d_{ЭПЗ}=(0,149\dots0,409) \cdot F_{НЗ}^{0,625}=(0,149\dots0,409) \cdot 33,2^{0,625}=1,3\dots3,7 \text{ мм} \quad (3.5)$$

Примем стандартные значения диаметра сварочной проволоки:  $d_{ЭПК}=1,2 \text{ мм}$ . и  $d_{ЭПЗ}=1,2 \text{ мм}$ .

### 3.3 Выбор основного оборудования

В ходе анализа был определен лучший производитель, источники питания которого соответствуют всем нашим требованиям. Современная процессорная техника обеспечивает оптимальную согласованность всех параметров и компонентов, участвующих в сварочном процессе. При этом



достигаются пиковые значения при продолжительности включения и максимум производительности. Синергетическое управление позволяет легко и быстро настроить сварочный процесс. Основным отличием от конкурентов является режим *SpeedArc*, позволяющий сваривать тостолостовой металл с обеспечением гарантированного проплавления в корне шва. Данная технология работает с толщиной металла от 8мм и способна за один проход выполнить сварку деталей толщиной до 15мм.

Выбираем инверторный сварочный аппарат *LORCH S5 SpeedPulse XT* с подающим механизмом *MF-08*. Характеристики указаны в таблице 3.19[11]

Таблица 3.19- Технические характеристики *LORCH S5 XT*

Сварочный ток ( <i>MIG/MAG</i> ), А	25-400
Сварочный ток при ПВ 100%, А	320
Сварочный ток при ПВ 60%, А	350
ПВ при максимальном токе, %	50
Сетевое напряжение, В	3~400
Допустимый перепад сети, %	±15
Сетевой предохранитель инерционный, А	32
Габаритные размеры источника (Д*Ш*В), мм	1116x463x812
Габаритные размеры источника с подающим механизмом (Д*Ш*В), мм	1116x463x855
Масса источника, с газовым охлаждением, кг	97,3

Продолжение таблицы 3.19

Масса подающего механизма, кг	20,2
Масса блока охлаждения (для аппаратов с водяным охлаждением), кг	14,7

Сварочные аппараты *MIG-MAG* серии *S* обеспечивают самый высокий уровень импульсной сварки стали, нержавеющей стали и алюминия. Причиной является процесс *SpeedPulse XT* и дооснащение аппарата. Легкие настройки работы импульсного сварочного полуавтомата *Lorch SpeedPuls* позволяют даже новичкам получать идеальное качество сварочных соединений. Скорость работы на импульсных сварочных полуавтоматах *Lorch SpeedPuls* выше на 48%.

Импульсные сварочные полуавтоматы *Lorch SpeedPulse* объединяют в себе преимущества дуги со струйным переносом и импульсной дуги. Перенос материала при работе импульсного сварочного полуавтомата почти непрерывный, без коротких замыканий при тонком и среднем переносе капель металла. Это означает практически полное отсутствие брызг и доработки при максимальной производительности наплавки во всем рабочем диапазоне.

Если при стандартной импульсной сварке с каждым импульсом передается только одна капля, *SpeedPulse* обеспечивает почти постоянный перенос капель на деталь. Благодаря струйному переносу металла, работа на импульсном сварочном полуавтомате *Lorch SpeedPulse* быстрее на 48 % при значительной экономии на сварочной проволоке. Она используется эффективнее. Кроме того, есть возможность оснастить импульсный аппарат *Speed*-процессами: *SpeedArc*, *SpeedRoot*, *SpeedUp*.

Серия *S SpeedPulseXT* оснащается инновационной регулировкой динамики, позволяющей осуществлять индивидуальную тонкую настройку любых сварочных программ (*Synergic*, *SpeedArc XT*, *SpeedPulse XT* и *TwinPuls XT*) с учётом параметров заготовки и согласно поставленной сварочной задаче. Один

поворот ручки – и характеристика сварочной дуги превращается из мягкой в жёсткую. Для ещё более качественного шва и настоящего удовольствия от достойных результатов сварки.

Инновационные процессы *MIG-MAG* - сварки направлены на значительное увеличение скорости сварки, ощутимо упрощают сам процесс сварки и позволяют получить желаемую производительность.[11]

### **3.4 Выбор оснастки**

Технологической оснасткой называют совокупность приспособлений для установки и закрепления заготовок, а также инструмента для выполнения сборочных и монтажных работ. Использование сварочных приспособлений позволяет выполнить специальную или дополнительную обработку выпускаемого изделия, уменьшить трудоемкость и повысить производительность труда. При использовании оснастки также сокращается длительность производственного цикла и повышается качество выпускаемой продукции, увеличивается комплексная механизация и автоматизация на производстве [12].

Требования, предъявляемые к конструкциям сварочных приспособлений:

- эксплуатационное удобство (доступ к местам установки заготовки, устройствам зажима и управления, местам наложения сварных швов и прихваток, удобство для рабочего и т.д.);

- обеспечение требуемой последовательности сборки и наложения швов согласно разработанному технологическому процессу;

- обеспечение необходимого качества сварного изделия (оснастка должна быть жесткой и прочной, закрепляемые детали не должны смещаться и деформироваться при сварке);

- возможность применения типовых сварочных приспособлений, унифицированных и стандартных деталей, узлов и механизмов (это необходимо

для снижения себестоимости приспособлений, сроков проектирования и изготовления, повышению ремонтоспособности и т.д.).

- обеспечение сборки всей конструкции за один установ, минимального количества вращений при сборке, прихватке и сварке;

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

- технологичность деталей, узлов и цельного приспособления;

- использование механизмов для загрузки, подачи и установки деталей, снятия, выталкивания и выгрузки собранного изделия, применения других средств комплексной механизации [13].

Для перемещения деталей и узлов по сборочно-сварочному участку используем подвесной кран-балку грузоподъемностью до 5 тонн, в связи с большой массой изделия и мостовой кран грузоподъемностью до 10 тонн для транспортировки готового изделия.

Для обеспечения точности изготовления и жесткой фиксации изделия в процессе сварки рекомендуется разработать сборочно-сварочное приспособление.

Краткое техническое задание:

1. назначение приспособления – сборочно-сварочное;
2. операции – 010-040.

Приспособление должно обеспечивать размеры: между деталями поз. 1 и поз. 3, поз. 2 и поз. 4 равными  $455_{-1}^{+2}$  мм; между деталями поз.1 и поз. 2 равным  $1400 \pm 1,5$  мм. и допуск симметричности Т 3,0 от базы В; допуск соосности относительно отверстий деталей поз. 1, поз. 2, поз. 3 и поз. 4 равным  $\varnothing 0,3$  мм.

Схема закрепления на рисунке 3.2:

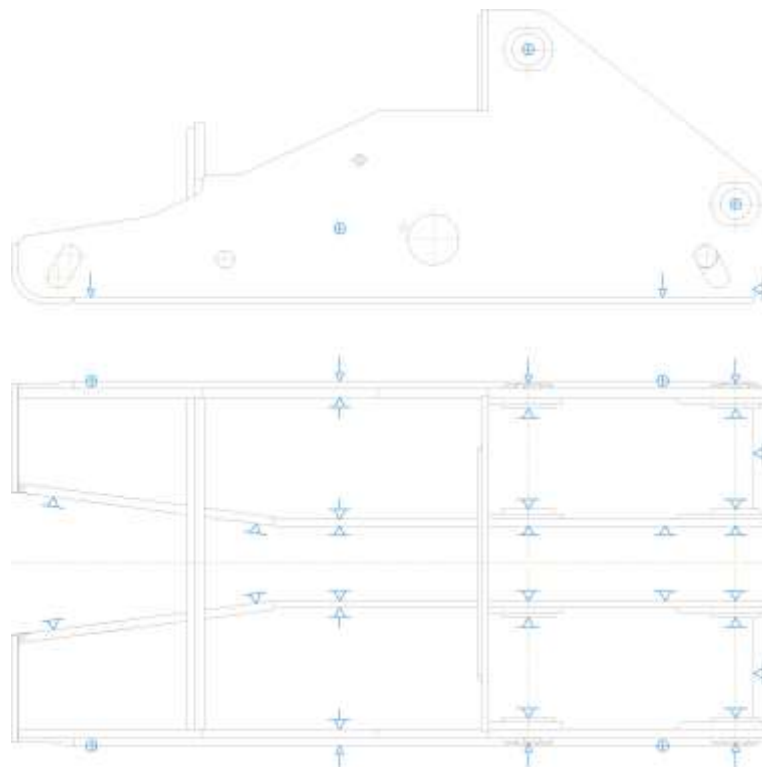


Рисунок 3.2- Схема закрепления детали.

При изготовлении основания секции механизированной крепи, помимо приспособления сборочно-сварочного ФЮРА.000002.079.00.000 СБ (оно служит для удобства установки и фиксации деталей), применяются : позиционер ВНВ-100, линейка 300 ГОСТ 427-75, набор щупов, штангенциркуль ШЦ-П, валы цеховые.

### **3.5 Составление схем узловой и общей сборки**

В настоящее время серийное сварочное производство базируется на определенных принципах построения маршрута выпуска изделия. Изготовление продукции включает в себя определенное количество деталей. На первом этапе изготавливают сборочные единицы из соответствующих деталей. Далее производится сборка изделия из сборочных единиц.

Процесс изготовления основания секции механизированной крепи на производстве включает в себя операции: заготовительную, комплектовочную,

сборочную, сварочную, слесарную, контрольную, транспортную.

Заготовительная операция разбивается на подоперации: начальную обработку проката и изготовление деталей. Начальная обработка металла включает в себя зачистку, правку, вырезку заготовок из проката. Металл, прошедший начальную обработку, поступает в заготовительное отделение цеха, где последовательно проходит ряд производственных операций по изготовлению деталей.

Сборочная операция обеспечивает точность взаимного расположения деталей и минимальные зазоры между ними.

Сварка - это одна из основных операций изготовления сварного изделия. Процесс осуществляется в соответствии с технической документацией и техническими условиями на сварку. Качественные показатели сварного изделия зависят от: правильного выбора сварочных материалов, оборудования и материала изделия, положения швов в пространстве, квалификации сварщика и т.д.

Слесарная операция включает в себя правку заготовок, резку, зачистку перед сваркой, разделку кромок, подогрев, зачистку швов и околошовной зоны после сварки.

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

Значительную часть технологического процесса изготовления изделия занимает операция контроля качества. Контролируются все факторы, от которых зависит качество конечного продукта. Условно разделяются на технологические и конструктивные. Служба контроля в сварочном производстве должна предусматривать проверку основных технологических факторов, исходных материалов, оборудования, квалификации рабочих, технологического процесса и т. п.

Технологический процесс сборки и сварки основания секции

механизированной крепи начинается с подбора деталей, входящих в сборочную единицу, согласно комплектовочной карте. Так как при изготовлении основания крепи нет необходимости в предварительном изготовлении сборочных единиц и все детали устанавливаются отдельно в установленном порядке, то схема сборки- сварки будет иметь линейный вид.

На рисунке 3.3 показана технологическая схема сборки основания.

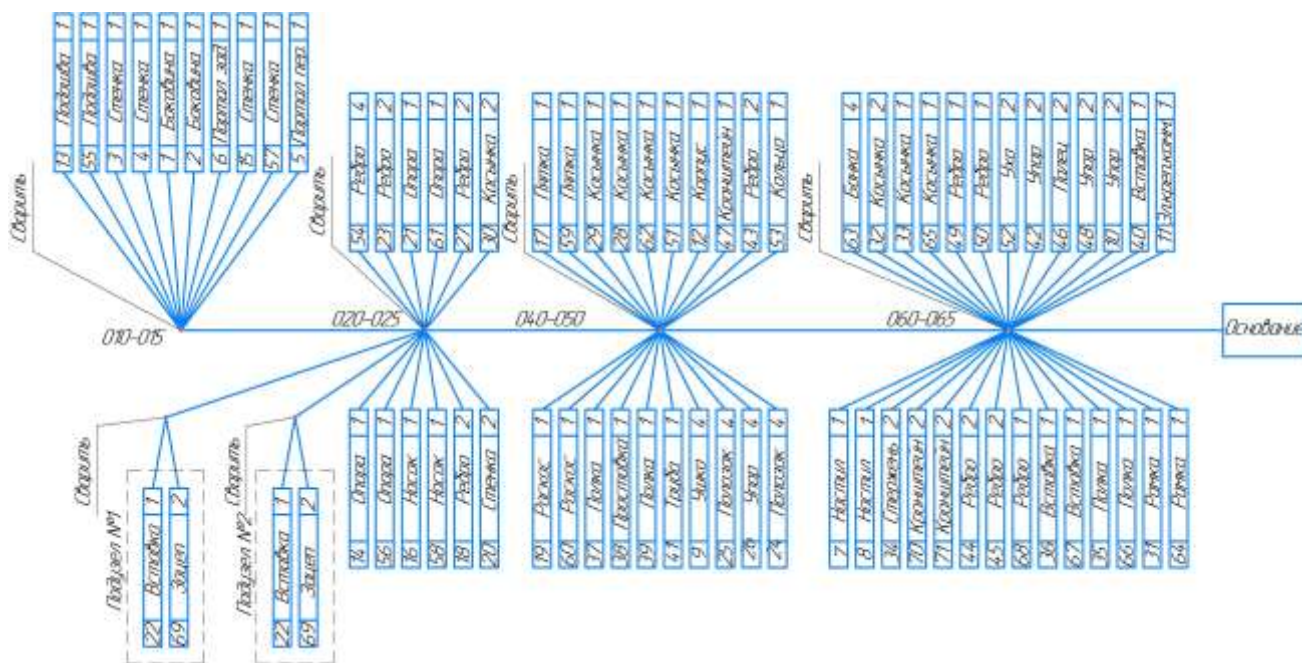


Рисунок 3.3 - Технологическая схема сборки-сварки основания.

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

Обеспечение высокого уровня качества сварочного производства является главной задачей данной сферы. От качества сварных соединений зависит эксплуатационная надежность и экономичность конструкций [14].

Дефектами сварных соединений являются отклонения от сплошности и формы шва, а также околошовной зоны. Эти отклонения приводят к нарушению эксплуатационных свойств изделия.

Дефекты разделяются на допустимые и недопустимые. Допуски на допустимые дефекты указываются в технических требованиях для данного типа изделия.

На участке сборки и сварки основания секции механизированной крепи ФЮРА.000001.079.00.000 СБ согласно ГОСТ 23118-2019 будут использоваться следующие методы контроля качества: ВИК (визуальный и измерительный контроль) по СТО 9701105632-003-2021 «Инструкция по визуальному и измерительному контролю», ГОСТ Р ИСО 17637-2014 «Контроль неразрушающий. Визуальный контроль соединений, выполненных сваркой плавлением». Для проведения визуального и измерительного контроля выбираем стандартный комплект ВИК.

Согласно конструкторским требованиям, в качестве дублирующего метода контроля сварных соединений выбираем капиллярный методом дефектоскопии (метод красок) по ГОСТ 18442-80.

Для данного метода контроля выбираем материалы фирмы *Chemetall*. Так как их продукция для неразрушающего контроля разработана в соответствии с требованиями ГОСТ 18442-80 и международными стандартами качества, например, *AMS2644*. В качестве пенетранта выбираем *Checkmor 300* – это водосмываемый флуоресцентный цветной пенетрант (двойного назначения согласно ГОСТ Р ИСО 3452-2-2009). Контроль может быть проведен при видимом свете, но лучшие индикации дает при УФ свете.

Очиститель для удаления излишков пенетранта выбирается очиститель *S80* также используется для смывки белых контрастных красителей и *S85*. Вместо очистителя допускается смывка водой.

В качестве проявителя используется *LD7* (жидкий проявитель) – суспензия из современного нейтрального белого порошка в быстросохнущем растворителе, используемая в первую очередь с линейкой пенетрантов *Checkmor* с красным красителем и *LD9*, который обеспечивает более тонкое покрытие проявителем, специально разработан для цветных красителей [15].



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

Визуальный и измерительный контроль (ВИК) применяется для проверки качества сварных соединений в течении всего технологического процесса, а также для повторного обследования с течением времени, чтобы удостовериться в сохранности соединений.

К достоинствам метода относятся:

- низкая сложность проведения контроля;
- малое количество затрачиваемого времени;
- достаточную информативность относительно качества соединения снаружи;
- легкость повторной проверки результата.

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

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

Участки контроля, особенно стационарные, рекомендуется располагать в наиболее освещенных местах цеха, имеющих естественное освещение. Для создания оптимального контраста дефекта с фоном в зоне контроля необходимо применять дополнительный переносной источник света, то есть использовать комбинированное освещение. Освещенность контролируемых поверхностей должна быть достаточной для надежного выявления дефектов, но не менее 500 Лк.

Окраску поверхностей стен, потолков, рабочих столов и стендов на

участках визуального и измерительного контроля рекомендуется выполнять в светлых тонах (белый, голубой, желтый, светло-зеленый, светло-серый) для увеличения контрастности контролируемых поверхностей деталей (сборочных единиц, изделий), повышения контрастной чувствительности глаза, снижения общего утомления специалиста, выполняющего контроль.

Для выполнения контроля должен быть обеспечен достаточный обзор для глаз специалиста. Подлежащая контролю поверхность должна рассматриваться под углом более  $30^\circ$  к плоскости объекта контроля и с расстояния до 600 мм (рисунок 3.4) [16].

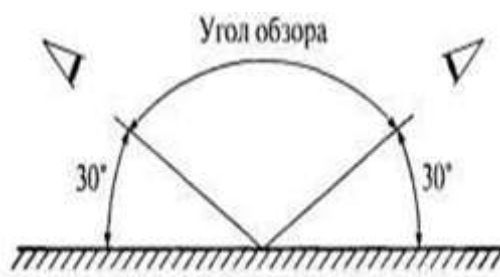


Рисунок 3.4- Условия визуального контроля

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

Визуальный и измерительный контроль сварных соединений выполняется при производстве сварочных работ и на стадии приемосдаточного контроля готовых сварных соединений. В случае если контролируется многослойное сварное соединение, визуальный контроль и регистрация его результатов могут проводиться после выполнения каждого слоя (послойный визуальный контроль в процессе сварки).

Послойный визуальный контроль в процессе сварки выполняется в случае невозможности проведения ультразвукового или радиационного контроля, а также по требованию Заказчика или в соответствии с ПТД.

- В выполненном сварном соединении визуально следует контролировать:
- отсутствие (наличие) выходящих на поверхность трещин всех видов и направлений;
  - отсутствие (наличие) на поверхности сварных соединений дефектов, указанных в Приложении А СТО 9701105632-003-2021;
  - качество зачистки поверхности сварного соединения изделия под последующий контроль неразрушаемыми методами.

### **3.6.4 Капиллярный метод (метод красок)**

Капиллярные методы основаны на капиллярном проникании индикаторных жидкостей в полости поверхностных и сквозных несплошностей материала объектов контроля и регистрации образующихся индикаторных следов визуальным способом или с помощью преобразователя. Эти методы предназначены для обнаружения поверхностных и сквозных дефектов в объектах контроля, определения их расположения, протяженности (для протяженных дефектов типа трещин) и ориентации по поверхности [17].

Так как на основании секции механизированной крепи имеются труднодоступные для цветного метода контроля из-за сложности обеспечения необходимой освещенности, применять будем люминесцентно-цветовой метод.

Люминесцентно-цветной метод является высокочувствительным методом выявления поверхностных дефектов. При данном методе регистрация дефекта происходит по цветному или люминесцирующему индикаторному следу в видимом или длинноволновом ультрафиолетовом излучении. Более высокая чувствительность метода достигается в ультрафиолетовом свете и растет с увеличением освещенности контролируемой поверхности. Этот комбинированный метод объединил и расширил возможности двух различных методов дефектоскопии.

### 3.6.5 Требования к выполнению капиллярного метода контроля

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

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

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

При люминесцентном методе капиллярной дефектоскопии с визуальным способом обнаружения дефектов следует использовать ультрафиолетовое излучение с длиной волны 315-400 Нм. Необходимо исключение постороннего освещения и освещенности от ультрафиолетового облучателя не более 10 лк.

Основными этапами проведения капиллярного неразрушающего контроля являются:

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

### 3.7 Разработка технологической документации

Рациональная последовательность операций, выполняемых на одном рабочем месте с использованием требуемых приспособлений и оснастки- это основное требование к технологии.

Технологическая документация- это описание визуальной составляющей изделия, его назначения, составных частей и технологии производства.

При составлении технологической документации должны учитываться соответствующие требования чертежа, а так же точность сборки, возможная наименьшая продолжительность сборки и сварки соединяемых деталей, максимальное облегчение условий труда и обеспечение безопасности работ. Для того, чтобы соблюсти данные требования, можно применить механизацию сборочного процесса, рациональное сборочное приспособление и подъемно-транспортное устройство. [18].

Разработка технологических процессов состоит из:

- расчленения изделия на сборочные единицы;
- установления рациональной последовательности сборочно-сварочных, слесарных, контрольных и транспортных операций;
- выбора типов оборудования и способов сварки.

В итоге проведенных работ, должна получиться возможная наименьшая трудоемкость, минимальная продолжительность производственного цикла и оптимальное использование транспорта на производстве и вспомогательного оборудования, а также наименьший расход энергии на производстве.

Оформляется технологический процесс на специальных бланках, которые называются ведомостями технологического процесса и инструкционными картами. Применяются они для удобства расположения записей и расчетных данных.

После заполнения бланков, составляется документация разработки технологического процесса, содержащие в себе условные обозначения изделий

и их наименования, общее количество сборочных единиц в изделии, название цеха, перечень выполняемых операций и места отправки детали на сборку/сварку и отправка готовых изделий. В том числе указываются способ сварки и ее режимы, используемые приспособления и инструмент, число рабочих с их квалификацией и специальностью [19].

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

Для данного изделия был разработан технологический процесс. Сборка основания начинается на сборочном-сварочном приспособлении. на (операции 010-040). На СП устанавливаются детали поз. 13,55(подошву) фиксируются 4-мя пневмоприжимами, затем устанавливаются стойки приспособления технологические валы и установить поз. 3,4(стенки), поз. 1,2 (боковины), затем устанавливается поз 6 (портал задний), поз 15,57 (стенки), поз 5 (портал передний), фиксируются пневмоприжимами, затем производится прихватка деталей между собой и сварка;

На поз.14,56 (опоры) установить скобы технологические прихватить и приварить согласно эскизу №1, открепить сб.ед. от плиты, отжать пневмоприжимы и установить поз. 14,56 (опоры), поз. 16,58 (носок), поз. 18 (два ребра), поз. 20 (две стенки) и поз. 54 (четыре ребра), затем подузлы №1 №2, поз 23 (два ребра), поз. 21,61 (две опоры), поз. 27 (два ребра) и поз. 30 (две косынки) затем выполняется прихватка деталей между собой и сварка затем тщательная зачистка и выполняется капиллярная дефектоскопия швов, отмеченных(\*\*).

#### Контроль

Установить на сб.ед. поз.19 (раскос), поз. 60 (раскос), поз. 37 (полку),поз. 41 (трубу) совместно с поз.38 (проставкой) и поз. 39 (полкой), затем поз. 9 (четыре ушка), поз. 25 (четыре полозка), поз. 26 (четыре упора), поз. 24 (четыре полозка). Затем поз. 17 (пятку) и поз. 59 (пятку), поз. 29 (косынку), поз. 28 (косынку) и поз. 62 (косынку).

Разметить на портале переднем поз. 5 осевую линию и установить

симметрично осевой поз. 51 (косынку), поз. 12 (корпус), поз. 47 (кронштейн), поз. 43 (два ребра), поз. 53 (кольцо). Затем выполняется прихватка деталей между собой.

Перемещение на позиционер. Устанавливаются оставшиеся детали.

Установить на сб.ед. поз. 7,8 (два настила) с двумя стержнями поз. 34. поз. 70 (два кронштейна) и поз. 71 (два кронштейна), поз. 44,45 (четыре ребра), ребро поз. 68

Установить на сб.ед. поз. 36 (вставку), поз. 67 (вставку), поз. 35 (полку), поз. 66(полку), поз.31 (рамку), поз.64 (рамку), поз.63 (четыре банки), поз.32 (две косынки), поз. 33,65 (косынки 2), поз. 49,50 (ребро 1-1), поз. 52 (два уха), поз. 42 (два упора), поз.46 (два пальца), поз. 48 (два упора), поз. 40 (вставка), элементы крепления коиуникаций поз. 11.Прихватки, сварка, контроль.

Подробно последовательность изготовления основания приведена в технологическом процессе (Приложение Б).

### 3.8 Техническое нормирование операций

Техническое нормирование является основой правильной организации труда и заработной платы, а технические нормы времени - главным критерием при расчете потребного количества и загрузки оборудования и определения числа рабочих.

Норма штучного времени  $T_{ш}$ , мин. для всех видов дуговой сварки определяется по формуле [19]:

$$T_{ш} = (T_{н.ш-к} \cdot L + t_{ви}) K_n, \quad (3.6)$$

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

$L$  – длина свариваемого шва по чертежу, мм;

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

Неполное штучно-калькуляционное время определяется по формуле:

$$T_{Н.Ш-К} = (T_0 + t_{В.Ш}) \cdot \left(1 + \frac{a_{обс.} + a_{отл.} + a_{п-з}}{100}\right), \quad (3.7)$$

где  $T_0$  – основное время сварки, мин;

$t_{В.Ш}$  – вспомогательное время, зависящее от длины свариваемого шва, согласно литературе [19] составляет 0,75 мин;

$a_{обс.}$ ,  $a_{отл.}$ ,  $a_{п-з}$  – 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% [19].

Основное время для механизированной сварки в смеси газов определяется по формуле:

$$T_0 = \frac{F_1 \cdot \gamma \cdot 60}{I_1 \cdot \alpha} \cdot \frac{F_n \cdot \gamma \cdot 60}{I_n \cdot \alpha}, \quad (3.8)$$

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 механизированной сварки в смеси газов на выполнение шва Т1-  $\nabla$  15 (рисунок 3.5) в операции 025 приварки стенки поз. 3 к portalу поз. 6.

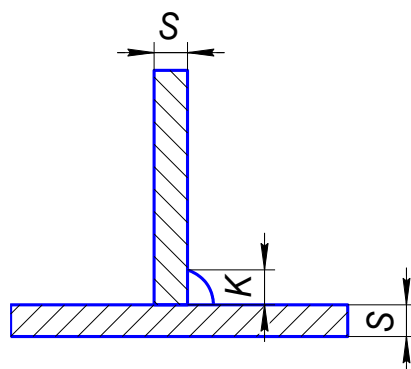


Рисунок 3.5- Соединение Т1-  $\nabla$  15 по ГОСТ 14771 - 76: S – толщина листа, К – катет



Исходные данные:

- марки сталей: 14ХГ2САФД и сталь 10ХСНД;
- марка электродной проволоки Св-08ГСМТ ГОСТ 2246 – 70;
- сварной шов тавровый без разделки;
- шов по ГОСТ 14771-76 – Т1-  $\nabla$  15;
- длина шва 1100 мм;
- положение шва нижнее;
- площадь поперечного сечения наплавленного металла шва  $F = 180 \text{ мм}^2$ ;
- коэффициент наплавки для сварочной проволоки Св-08ГСМТ при механизированной сварке составляет  $\alpha_n = 15 \text{ г}/(\text{А} \cdot \text{ч})$ .

Количество проходов –  $n = 6$  шт.

$$T_o = \frac{20 \cdot 7,85 \cdot 60}{280 \cdot 15} + \frac{30 \cdot 7,85 \cdot 60}{260 \cdot 15} \cdot 5 = 11,2 \text{ мин.}$$

Неполное штучно-калькуляционное время находим по формуле:

$$T_{H.III-K} = (11,2 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 15,19 \text{ мин.}$$

где  $t_{вш}$  – вспомогательное время, зависящее от длины свариваемого шва согласно литературе [20] составляет 0,75 мин.

Определим норму штучного времени:

$$T_{ш} = 15,19 \cdot 1,1 + 3,2 = 19,91 \text{ мин.},$$

где  $t_{ви}$  согласно литературе [21] составляет 3,2 мин.

Данные расчетов сводим в таблицу 3.20.

Таблица 3.20 – Нормы штучного времени предлагаемого технологического процесса изготовления основания

№ опер.	Наименование операции	$T_{шт}$ , мин.
005	Комплектование	-
010	Сборка	32,36
015	Сварка	74,22

Продолжение таблицы 3.20

020	Сборка	45,34
025	Сварка	3432,35
030	Слесарная	8,36
035	Контроль	8,2
036	Контроль ОТК	23
040	Сборка	22,04
045	Перемещение	4
050	Сварка	1432,19
055	Контроль	11,3
060	Сборка	22,83
065	Сварка	2270,48
070	Слесарная	26,5
075	Контроль	30,2
076	Контроль ОТК	26
Итого:		7469,37

### 3.9 Материальное нормирование

#### 3.9.1 Расход металла

Количество металла, идущего на изготовление изделия определяем по формуле [22]:

$$m_M = m \cdot k_o, \quad (3.9)$$

где  $m$  – вес одного изделия, кг (составляет 7500 кг);

$m_o$  – коэффициент отходов,  $k_o = 1,3$ .

$$m_M = 7500 \cdot 1,3 = 9750 \text{ кг}$$

### 3.9.2 Расход сварочной проволоки

Расчет расхода сварочной проволоки для сварки в смеси защитных газов ISO 14175-M21-ArC-18 по ГОСТ 14175-2010 [22]:

$$M_{ЭП} = K_{р. п.} \cdot (1 + \psi_p) \cdot M_{НО}, \quad (3.10)$$

где  $K_{р. п.}$  – коэффициент расхода проволоки, учитывающий потери её при наладке сварочного аппарата,  $K_{р. п.} = 1,02 \dots 1,03$ ; принимаем  $K_{р.п} = 1,03$  [23];

$\psi_p$  – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки,  $\psi_p = 0,01 \dots 0,15$ , принимаем  $\psi_p = 0,05$  для механизированной сварки полуавтоматом LORCH S5;

$M_{НО}$  – масса наплавленного металла.

Масса наплавленного металла определяется по формуле [22]:

$$M_{НО} = \frac{\rho \cdot F \cdot L}{1000} \quad (3.11)$$

где  $\rho$  – плотность наплавленного металла,  $\text{кг/мм}^3$  (для Св-08ГСМТ составляет 0,0078);

$F_H$  – площадь поперечного сечения шва,  $\text{мм}^2$ ;

$L$  – длина шва, мм.

Расчитаем площадь поперечного сечения для соединения Т1-  $\triangle 15$  по ГОСТ 14771 – 76 (рисунок 3.5) по формуле [22]:

$$F = \frac{K^2}{2} + 1,05Kh, \quad (3.12)$$

где  $K$  – катет шва, мм ( $K=15\text{мм}$ );

$h$  – высота усиления шва ( $h=0,15K$ ).

$$F = \frac{15^2}{2} + 1,05 \cdot 15 \cdot (0,15 \cdot 15) = 148 \text{ мм}^2.$$

Определим количество металла, необходимого для получения шва заданного сечения:

$$M_{HO} = \frac{0,0078 \cdot 148 \cdot 6079}{1000} = 7,02 \text{ кг},$$

Аналогично производим расчет для остальных швов, данные расчетов сводим в таблицу 3.21

Таблица 3.21- Расход сварочной проволоки

Номер сварного шва	Тип сварного шва	Длина шва, мм	Площадь сечения, мм <sup>2</sup>	Расход сварочной проволоки, кг
1	У4-Δ15	1752	131	1,79
2	У4-Δ20	1520	234,5	2,78
3	У6	4208	189,5	6,22
4	Т7-Δ5	2230	47	0,82
5	Т1-Δ10	4540	28,2	1,0
6	Т1-Δ15	6079	148	7,02
7	Т1-Δ20	8230	232	14,9
8	Т3-Δ10	6248	116	5,66
9	Т3-Δ12	4270	233	7,76
10	Т3-Δ15	8340	261	17,0
11	Т3-Δ20	14880	451,5	52,4
12	Т6	18765	167,6	24,53
13	Н1-Δ3	1820	61,3	0,87
14	С17	525	227	0,93
15	Т3	1100	226	19,49
16	У1	1100	189	1,62
17	У4	340	305	0,81
18	Т1	2170	115	1,95
19	Нест.	200	38,5	0,06
20	Нест.	6142	402	19,26

Продолжение таблицы 3.21

21	Нест.	3858	312	9,39
22	Нест.	3872	288	8,7
23	Нест.	4647	112	4,06
24	Нест.	4414	684	23,55
25	Нест.	5652	242	10,67
26	Нест.	880	405	2,78
27	Нест.	810	514	3,25
28	Нест.	550	405,5	1,74
29	Нест.	2620	301	6,15
30	Нест.	824	151	0,97
31	Нест.	1180	50	0,46
32	Нест.	810	295	1,86
33	Нест.	2483	32	0,62
34	Нест.	2060	105	1,68
35	Нест.	2323	275,5	4,99
36	Нест.	612	163,5	0,78
37	Нест.	795	242	1,5
Итого:		132245		269,19

Расчитываем расход сварочной проволоки для сварки в смеси защитных газов ISO 14175-M21-ArC-18 по ГОСТ 14175-2010:

$$M_{ЭП} = 1,03 \cdot (1 + 0,05) \cdot 269,19 = 291,13 \text{ кг.}$$

### 3.9.3 Расход защитного газа

Расчет защитного газа произведем по формуле [24]:

$$Q_{з.г.} = q_{з.г.} \cdot t_{с}, \quad (3.13)$$

где,  $q_{з.г.}$  – расход защитного газа, м<sup>3</sup>;

$t_{с}$  – время сварки (смотри таблицу 3.20).

$$Q_{з.г.} = 0,012 \cdot 7186,2 = 86,23 \text{ м}^3.$$

## **4 Разработка сборочно-сварочных приспособлений**

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

Механизация и автоматизация производственного процесса изготовления сварных изделий представляют собой одну из основных задач современного сварочного производства.

Сборочные операции при изготовлении сварных конструкций имеют целью обеспечение правильного взаимного расположения и закрепления деталей собираемого изделия. Наиболее рационально для сборки использовать прижимы. Специальное сборочное приспособление позволяет улучшить качество сборки. Применение при этом пневматических прижимов значительно сокращает вспомогательное время, особенно если требуется зажать изделие одновременно в нескольких местах. Широкое применение получили пневматические прижимы, приводимые в действие сжатым воздухом малого давления (0,4 Мпа).

Основными требованиями к сборочно – сварочным приспособлениям являются:

- свободный доступ к детали
- обеспечение рациональной последовательности сборки
- обеспечение минимального числа кантовок изделия
- безопасность в работе
- прочность и жесткость приспособления.

Особенностью сварочного производства является диспропорция объемов основных и вспомогательных операций. Сварочные операции по своей трудоемкости составляют около 25 – 30% от общего объема сборочно – сварочных работ, остальные 70 – 75% приходятся на сборочные, транспортные и вспомогательные работы, механизация и автоматизация которых осуществляется с помощью так называемого механического сварочного оборудования. Оценивая роль механического оборудования в комплексе механизации и автоматизации сварочного производства, можно их

охарактеризовать цифрой 70 – 75% от всего комплекса цехового оборудования [21].

Приспособление сборочно-сварочное.

При изготовлении основания секции механизированной крепи применяется приспособление сборочно-сварочное (ФЮРА.000002.079.00.000 СБ), на котором для фиксации свариваемых деталей используются пневматические прижимы.

#### 4.2 Расчёт элементов приспособления

В приспособлении ФЮРА.000002.079.00.000СБ используются пневмоприжимы для фиксации свариваемых сборочной единицы. Рассчитаем пневматический цилиндр.

Основными размерами пневматических цилиндров являются внутренний диаметр цилиндра  $D$  и ход штока [26].

Рассчитаем пневмоцилиндр 80×100 ГОСТ 15608-81.

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

Площадь штока пневмоцилиндра:

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

где  $d$  – диаметр штока, мм,  $d = 25$  мм [14];

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

Площадь пневмоцилиндра:

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

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



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

Давление в пневмоцилиндре [26]:

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

где  $F$  – усилие на штоке пневмоцилиндра, кгс,  $F = 278$  КГС [24],

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

Скорость перемещения поршня цилиндра [14]:

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

где  $L$  – длина хода, мм;

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

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

Расход сжатого воздуха [14]:

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

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

### 4.3 Разработка эксплуатационной документации на приспособление

Приспособление ФЮРА.000002.079.00.000 СБ служит для сборки и сварки основания секции механизированной крепи. Оно состоит из основания (стола), десяти пневмоприжимов и четырех механических прижимов, валов, упоров и стоек. Детали фиксируются пневмоприжимами и механическими прижимами. Производят прихватку и сварку установленных деталей, после чего открепляют и отправляют на следующее рабочее место, где производят последующую сборку и сварку изделия.

Инструкция по эксплуатации приспособления в Приложении Г.

## **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 разработки чертежей плана и разрезов проектируемого цеха [21].

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 [21].

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 Расчёт основных элементов производства**

К основным элементам производства относятся рабочие, ИТР, контролеры, оборудование, материалы и энергетические затраты [25].

### **5.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования**

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

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

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

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

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

$T$  – длительность одной операции, мин.

– для операций 010-040:

$$T_{r1} = 500 \cdot \left( \frac{32,36 + 74,22 + 45,34 + 3432,35 + 8,36 + 8,2 + 23 + 22,04}{60} \right) = 30382,25 \text{ ч.},$$

$\Phi_H$  – номинальный фонд рабочего времени в две смены равен 3960 часа, найдем действительный отняв от номинального процент потерь времени:

$$\Phi_D = \Phi_H - 5\% = 3960 - 5\% = 3762 \text{ ч.},$$

$$n_P = \frac{30382,25}{3762} = 8,08$$

округляем  $n_P$  в большую сторону и принимаем  $n_P' = 9$ .

Найдем коэффициент загруженности оборудования:

$$K_3 = \frac{n_P'}{n_P} = \frac{8,08}{9} = 0,9.$$

– для операций 045-076:

$$T_{r2} = 500 \cdot \left( \frac{4 + 1432,19 + 11,3 + 22,83 + 2270,48 + 26,5 + 30,2 + 26}{60} \right) = 31862,5 \text{ ч.},$$

$$n_P = \frac{31862,5}{3762} = 8,47,$$

округляем  $n_P$  в большую сторону и принимаем  $n_P' = 9$ .

Найдем коэффициент загруженности оборудования:

$$K_3 = \frac{n_P'}{n_P} = \frac{8,47}{9} = 0,94.$$

## 5.2.2 Определение состава и численности рабочих

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

$$\Sigma Tr = T_{r1} + T_{r2} = 30382,25 + 31862,5 = 62244,75 \text{ ч.}$$

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

$$\Phi_D = \Phi_H - 12\% = 1976 - 12\% = 1739 \text{ ч.},$$

Определим количество рабочих явочных [25]:

$$P_{ЯВ} = \frac{T_R}{\Phi_H} = \frac{62244,75}{1976} = 31,5. \quad (5.3)$$

Примем число сварщиков равным  $P_{ЯВ} = 32$ . В первую смену работает 18 человек, а во вторую смену работает 14 человек.

Определим количество рабочих списочных:

$$P_{СП} = \frac{T_R}{\Phi_D} = \frac{62244,75}{1739} = 35,79. \quad (5.4)$$

Примем число сварщиков равным  $P_{СП} = 36$ .

Вспомогательных рабочих (30% от количества основных рабочих) – 11;

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

Счетно-конторская служба (3% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 2;

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

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

Таблица 5.1 Основные элементы производства

№ операции	Кол. обор., шт.	$K_3$ загрузки, %	Кол. списочное, чел	Кол. явочное, чел
010-040	9	90	18	16
050-076	9	94	18	16

## 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 [21].

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.

На проектируемом в данной работе сварочном участке расположены восемь сборочно-сварочных приспособления, девять позиционером, семнадцать сварочных полуавтоматов *Lorch S5*. Перемещение деталей осуществляется кран-балкой  $Q= 5$  т, готовые изделия перемещаются краном мостовым  $Q= 10$  т.

## **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.000001.079.00.000 СБ.

Основание ФЮРА.000001.079.00.000 СБ входит в состав крепи механизированной. 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 нем находят отражение большинство достоинств и недостатков каждого из сравниваемых вариантов технологического процесса.

В разработанном технологическом процессе применим сборочно-сварочное приспособление ФЮРА.000002.079.00.000 СБ, на котором имеются откидные винтовые прижимы и упоры предназначенные для фиксации свариваемых деталей сборочной единицы. Так же для контовки сб. ед

применяется позиционер.

Применим современное сварочное оборудование: сварочный аппарат *LORCH S5 XT*.

Проведем технико-экономический анализ предлагаемого технологического процесса. Нормы штучного времени предлагаемого технологического процесса изготовления основания приведены в таблице 3.20. Определение приведенных затрат производят по формуле [27]:

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

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

$E_n$  - норма эффективности дополнительных капиталовложений, (руб/год)/руб;

$K$  - капиталовложения, руб/ед.год.

Швы выполняются в смеси газов, в качестве сварочного оборудования используется дорогостоящее импортное оборудование фирмы *LORCH*.

В проектируемом технологическом процессе применим сборочно - сварочное приспособление с пневмоприжимами.

Проведем технико-экономический анализ сравнения базового и предлагаемого вариантов. Нормы штучного времени базового и предлагаемого технологических процессов изготовления основания приведены в таблице 3.20.

### 6.2.1 Расчет капитальных вложений в производственные фонды

При расчете приведенных затрат капитальные вложения определяют, как сумму следующих расходов [27]:

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

где  $K_o$  – стоимость сварочного оборудования;

$K_n$  – стоимость приспособлений;

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

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



### 6.2.1.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

Капитальные вложения в оборудование определяем по формуле [27]:

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

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

$O_i$  - количество оборудования  $i$ -го типоразмера, ед. (смотри таблицу 5.1);

$\mu_{oi}$  - коэффициент загрузки оборудования  $i$ -го типоразмера (смотри таблицу 5.1).

Цены на оборудование берутся за 26.05.2022 (смотри таблицу 6.1).

Таблица 6.1 – Оптовые цены на сварочное оборудование [28]

Сварочное оборудование	Шт.	Цена, руб.
<i>LORCH S5 XT</i> совместно с механизмом подачи проволоки <i>MF-08</i> .	18	455000

$$K_{co} = 455000 \cdot 9 \cdot 0,9 = 3685500 \text{ руб.}$$

$$K_{co} = 455000 \cdot 9 \cdot 0,94 = 3849300 \text{ руб.}$$

$$K_{co} = 3685500 + 3849300 = 7534800 \text{ руб.}$$

Капитальные вложения в сварочное оборудование приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 - Капитальные вложения в сварочное оборудование[28]

Наименование оборудования	$K_{co}$ , руб.·год
<i>LORCH S5 XT</i> совместно с механизмом подачи проволоки <i>MF-08</i> . 18 шт.	7534800

Продолжение таблицы 6.2

Итого:	7534800
--------	---------

Капитальные вложения в приспособления найдем по формуле [27]:

$$K_{np} = \sum_{j=1}^m K_{npj} \cdot \Pi_j \cdot \mu_{nj}, \quad (6.4)$$

где  $K_{npj}$  стоимость приспособления  $i$ -его типоразмера. (исходя из массы приспособления  $m=2900$ кг (см. ФЮРА.000002.079.00.000СБ) и стоимости материала для его изготовления [47], определяем ориентировочную стоимость приспособления:  $K_{npj}= 2900 \cdot 50,41=146189$ руб.);

$\Pi_j$  - количество приспособления  $j$ -его типоразмера (смотри пункт 5.2).;

$\mu_{nj}$  – коэффициент загрузки оборудования  $j$ -его приспособления (смотри таблицу 5.1).

$$K_{np} = 146189 \cdot 9 \cdot 0,9 = 1184131 \text{руб.}$$

$$K_{np} = 2242700 \cdot 9 \cdot 0,94 = 18973242 \text{руб.}$$

$$K_{np} = 1184131 + 18973242 = 20157373 \text{руб.}$$

Капитальные вложения в приспособления приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Капитальные вложения в приспособления[29]

Наименование оборудования	$K_{npj}$ , руб	$\Pi_j$ , шт	$K_{np}$ , руб.
Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000002.079.00.000 СБ	146189	9	1184131
Позиционер ВНВ-100	2242700	9	18973242
Итого:			20157373

### 6.2.1.2 Капитальные вложения в подъемно-транспортное оборудование

Капитальные вложения в кран-балку грузоподъемностью  $Q = 5$  т. определяют по формуле [27]:

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

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

$n_{n.o.}$  – количество подъемно-транспортного оборудования, ед. [30];

$$K_{n.o.} = 484815 \times 1 = 484815 \text{ руб.}$$

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

Капитальные вложения в здание определяется по формуле [27]:

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

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

Для проектируемого техпроцесса:  $S_1=471 \text{ м}^2$  (смотри чертеж ФЮРА.000001.079 ЛП),

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

$k_B$  – коэффициент, учитывающий дополнительную площадь проходов, проездов и хранения деталей (меньшие значения относятся к крупногабаритным изделиям) равен 1,8 (так как известна полная площадь участка сборки-сварки,  $k_B = 1$ ) [29];

$C_{зд}$  – стоимость  $1m^3$  здания на 01.01.2022 составляет,  $C_{зд}=250 \text{ руб/м}^3$  [33].

$$K_{зд} = 471 \cdot 12 \cdot 1 \cdot 250 = 1413000 \text{ руб.}$$

## 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 [27]:

$$C = N_c \times (C_m + C_{с.м.} + C_{зп.сд.} + C_{эс} + C_{возд} + C_{об} + C_n) + C_{зп.вс.р.} \times I_2 + C_{зп.АУП}, \quad (6.7)$$

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;

$C_n$  – затраты на содержание помещения, руб.

### 6.2.2.1 Определение затрат на основные материалы

Затраты на металл, идущий на изготовление изделия определяем по формуле [27]:

$$C_m = H_m \times k_{т.з.} \times Ц_m - H_o \times Ц_o, \text{ руб./изд.}, \quad (6.8)$$

где  $N_m$  – норма расхода материала на одно изделие, кг (см. пункт 3.9);

$k_{т.з.}$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении материалов  $k_{т.з.}=1,04$  [32].

Коэффициент потерь материала на отходы составляет 1,3 [32].

$N_0$  – норма возвратных отходов;

$$N_0 = N_m \cdot 0,3 = 291,13 \cdot 0,3 = 87,339 \text{ кг/изд};$$

$C_0$  – цена возвратных отходов,  $C_0 = 14$  руб/кг [34];

$C_m$  – средняя оптовая цена стали 14ХГ2САФД, 09Г2С, 30ХГСА, 35Л на 01.01.2022, руб./кг.[35, 36, 37, 38, 39, 40, 41]:

- для стали 14ХГ2САФД  $C_m = 53,19$  руб./кг, при  $m_m = 6663,72 \cdot 1,3 = 8662,84$  кг.;

- для стали 12ДН2ФЛ  $C_m = 40$  руб./кг, при  $m_m = 458 \cdot 1,3 = 595,4$  кг.;

- для стали 30ХГСА  $C_m = 76$  руб./кг, при  $m_m = 48 \cdot 1,3 = 62,4$  кг.;

- для стали 10ХСНД  $C_m = 68,63$  руб./кг, при  $m_m = 2,4 \cdot 1,3 = 3,12$  кг.;

- для стали СтЗпс5  $C_m = 46,44$  руб./кг, при  $m_m = 3,3 \cdot 1,3 = 4,29$  кг.;

- для стали 09Г2С  $C_m = 50,18$  руб./кг, при  $m_m = 61,68 \cdot 1,3 = 80,184$  кг.;

- для стали 35  $C_m = 41$  руб./кг, при  $m_m = 16,64 \cdot 1,3 = 21,632$  кг.

$$C_m = 1,04 \cdot (8662,84 \cdot 53,19 + 595,4 \cdot 40 + 62,4 \cdot 76 + 3,12 \cdot 68,63 + 4,29 \cdot 46,44 + 80,184 \cdot 50,18 + 21,632 \cdot 41) - 87,339 \cdot 14 = 514445,11 - 1222,75 = 513222,36 \text{ руб/изд.}$$

### 6.2.2.2 Определение затрат на сварочные материалы материалы

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле [27]:

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

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

$k_{nd}$  - коэффициент, учитывающий расход сварочной проволоки [27],  $k_{п.с.} = 1,05$ ;

$C_{п.с.} = 135,9$  - стоимость сварочной проволоки Св-08ГСМТ руб/кг от 28.05.2022 [42].

$$C_{n.c} = 291,13 \cdot 1,05 \cdot 135,9 = 41542,79 \text{ руб.},$$

Затраты на защитную смесь газов определяем по формуле [10]:

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

где  $g_{з.г.}$  - расход смеси, м<sup>3</sup>/ч,  $g_{з.г.} = 0,72 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;

$k_{т.п.}$  - коэффициент, учитывающий тип производства,  $k_{т.п.} = 1,15$  [27];

$Ц_{г.з.}$  - стоимость смеси, м<sup>3</sup>,  $Ц_{г.з.} = 190,5 \text{ руб./ м}^3$  [43];

$T_o$  - основное время сварки в смеси газов, ч.,  $T_o = 119,77 \text{ ч}$ .

$$C_{з.з.} = 0,72 \cdot 1,15 \cdot 190,5 \cdot 119,77 = 18891,8 \text{ руб/изд.}$$

### 6.2.2.3 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле [27]:

$$C_z = (C_{чи} \times T_o \cdot K_{доп} \cdot K_{сс} \cdot K_{рай.})/60, \quad (6.11)$$

где  $C_{чи}$  – часовая тарифная ставка на 01.01.2022, руб/ч.,  $C_{чи} = 64,76 \text{ руб.}$ ;

$T_o$  – время на изготовление одного изделия, мин. (см. пункт 3.8);

$K_{доп}$  – коэффициент, учитывающий доплаты и премии к тарифной заработной плате,  $K_{доп} = 1,2$  [27];

$K_{сс}$  – 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 [27].

$K_{рай.}$  – районный коэффициент,  $K_{рай.} = 1,3$  [27];

$$C_z = (64,76 \cdot 7469,37 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,3)/60 = 16349,61 \text{ руб/изд.}$$

### 6.2.2.4 Определение затрат на силовую электроэнергию

Расход технологической электроэнергии производим по формуле [10]:

$$W_{TЭ} = \sum \left( \frac{U_c \cdot I_c \cdot t_c}{\eta_u} \right) + P_x \cdot \left( \frac{t_c}{K_u} - t_c \right), \quad (6.12)$$

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

$t_c$  – основное время сварки шва (см. пункт 3.8);

$\eta_u$  – КПД источника сварочного тока,  $\eta_u = 0,78$  [28];

$P_x$  – мощность холостого хода источника,  $P_x = 0,4$  [10];

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

производства ( $K_u$  можно выбрать по таблице 3.2.2 [10]).

Затраты на технологическую электроэнергию определим по формуле:

$$З_{тэ} = W_{тэ} \cdot Ц_{э.э.}, \quad (6.13)$$

где  $W_{тэ}$  – расход технологической электроэнергии; Вт × ч;

$Ц_{э.э.}$  – цена 1 кВт×ч электроэнергии,  $Ц_{э.э.} = 6,6$  руб/кВт × ч [44];

$$W_{тэ} = \frac{28 \cdot 280 \cdot 119,77}{0,78} + 0,4 \cdot \left( \frac{119,77}{0,5} - 119,77 \right) = 1203889,91 \text{ Вт} \times \text{ч},$$

$$З_{тэ} = 1203,9 \times 6,6 = 7945,74 \text{ руб.}$$

### 6.2.2.5 Определение затрат на сжатый воздух

Затраты на сжатый воздух определяется по формуле [27]:

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

где  $g_{возд}^{\text{ЭН}}$  – расход воздуха, м<sup>3</sup>/ч;

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

Для изготовления одного основания расход воздуха составляет:

$$g_{возд}^{\text{ЭН}} = 0,4 \text{ м}^3/\text{ч.};$$

$Ц_{возд} = 1,84295$  руб/м<sup>3</sup>, стоимость воздуха на 01.01.2022 г.;

$$C_{возд пр} = 0,4 \cdot 1,15 \cdot 1,84295 = 0,847757 \text{ руб./изд.}$$

### 6.2.2.6 Определение затрат на содержание и амортизацию оборудования

Затраты на амортизацию и ремонт оборудования при заданном объеме производства определяются по формуле [27]:

$$C_3 = \sum_{i=q}^n \frac{Ц_{oi} \cdot Oi \cdot \mu_{oi} \cdot ai \cdot r_i}{N_2}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.15)$$

где  $a_i$  – норма амортизационных отчислений (на реновацию) для оборудования  $i$ -го типоразмера,  $a_i = 0,15$  [27],

$r_i$  – коэффициент затрат на ремонт оборудования,  $r_i = 1,15 \dots 1,20$  [27],

$$C_3 = \frac{455000 \cdot 9 \cdot 0,9 \cdot 0,15\% \cdot 1,15}{500} + \frac{455000 \cdot 9 \cdot 0,94 \cdot 0,15\% \cdot 1,15}{500} = 2599,5 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

Амортизация оборудования представлена в таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Амортизация оборудования

Наименование оборудования	Количество	$C_3$ , руб/изд.
<i>LORCH S5 XT</i>	18 шт.	2599,5

### 6.2.2.7 Определение затрат на амортизацию приспособлений

Затраты на амортизацию приспособлений определяются по формуле [27]:

$$C_u = \sum_{j=q}^m \frac{K_{npj} \cdot П_j \cdot \mu_{nj} \cdot a_j}{N_2}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.16)$$

где  $a_j$  – норма амортизационных отчислений для оснастки  $j$ -го типоразмера,  $a_j = 0,15$  [27];

$$C_{u1} = \frac{146189 \cdot 9 \cdot 0,9 \cdot 0,15}{500} = 355,24 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$



$$C_{и2} = \frac{2242700 \cdot 9 \cdot 0,94 \cdot 0,15}{500} = 5691,97 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

Результаты расчетов сводим в таблицу 6.5.

Таблица 6.5 – Затраты на амортизацию приспособлений

Наименование оборудования	К <sub>прj</sub> , руб	П <sub>j</sub> , шт.	С <sub>и</sub> , руб/изд.
Приспособление сборочно- сварочное ФЮРА.000002.079.00.000 СБ	146189	9	355,24
Позиционер ВНВ-100	2242700	9	5691,97
Итого:			6047,21

#### 6.2.2.8 Определение затрат на содержание помещения

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

Определение затрат на содержание здания определяется по формуле [32]:

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

где  $S$  – площадь участка сварки,  $S=471 \text{ м}^2$  (см. чертеж ФЮРА.000001.079 ЛП);

$k_{сн}$  – коэффициент на содержание и ремонт помещения,  $k_{сн} = 0,08$  [32].

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

$$C_n = \frac{471 \cdot 0,08 \cdot 250}{500} = 18,84 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

Результаты расчетов по определению технологической себестоимости сводятся в таблицу 6.6.

Таблица 6.7 – Технологическая себестоимость

№ п/п	Затраты	Сумма, руб.
1	Затраты на основной металл	513222,36
2	Затраты на сварочные материалы	
2.1	Затраты на сварочную проволоку	41542,79
2.2	Затраты на защитный газ	18891,8
3	Заработная плата	16349,61
4	Затраты на электроэнергию	7945,74
5	Затраты на сжатый воздух	0,85
6	Расходы на амортизацию и ремонт оборудования	2599,5
7	Расходы на амортизацию приспособлений	6047,21
8	Затраты на содержание помещения	18,84
Итого технологическая себестоимость одного изделия:		606618,7

### 6.3 Расчет технико-экономической эффективности

Определим себестоимость продукции [45]:

$$C_{\text{год}} = 500 \cdot (513222,36 + 41542,79 + 18891,8 + 16349,61 + 7945,74 + 0,85 + 2599,5 + 6047,21 + 18,84) = 303309350 \text{ руб/изд.} \times \text{год.}$$

Определим капитальные вложения:

$$K = 7534800 + 20157373 + 484815 + 1413000 = 29589988 \text{ руб.}$$

Определим количество приведенных затрат:

$$C_{\text{прив}} = 303309350 + 0,15 \cdot 29589988 = 307747848,2 \text{ руб/изд.} \times \text{год.}$$

### 6.4 Основные технико-экономические показатели участка

Основные технико-экономические показатели участка представлены в

таблице 6.8.

Таблица 6.8 – Основные технико-экономические показатели участка

№п/п	Параметр	Значение
1	Годовая производственная программа, шт.	500
2	Трудоёмкость изготовления одного изделия, час	124,49
3	Количество оборудования, шт.	18
4	Количество производственных рабочих, чел	32
5	Количество вспомогательных рабочих	11
6	Количество административно-управленческого персонала, чел	3
7	Норма расхода материала, кг	9750
8	Количество приведенных затрат, руб/изд. х год.	307747848,2
9	Себестоимость одного изделия, руб.	606618,7

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, покрытые электроды, зарплату рабочим, расходы на электроэнергию, амортизацию и ремонт оборудования и приспособлений, затраты на содержание помещений; в ходе чего мы получили следующие цифры:

- капитальные вложения - 29589988 руб;
- себестоимость продукции - 303309350 руб.

В результате проведенных расчетов было определено количество приведенных затрат - 307747848,2 руб/изд. год.

## 7 Социальная ответственность

### 7.1 Описание рабочего места

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

При изготовлении основания на участке используется следующее оборудование:

- промышленный полуавтомат с переносным механизмом подачи проволоки *LORCH S5 XT* 18 шт.
- приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000002.079.00.000 СБ 9 шт.
- позиционер ВНВ-100 9 шт.

Перемещение изделия производят краном мостовым грузоподъемностью 10 т.

Основание механизированной крепи является сложной сварной конструкцией и выполняет функцию опорной части секции крепи, которое опирается на породы почвы. Масса основания составляет 7500 кг.

В качестве материала этих деталей используют стали следующих марок: 14ХГ2САФД, 12ДН2ФЛ, 10ХСНД, ст3пс5, 09Г2С, 30ХГСА и сталь 35. Сварка производится в смеси *ISO-14175-ArC-18* по ГОСТ Р ИСО 14175-2010 сварочной проволокой Св-08ГСМТ диаметром 1,2мм.

Проектируемый участок находится на последнем пролете цеха, поэтому освещение осуществляется двумя окнами, расположенными в стене здания, а также двенадцатью 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 автомобильным транспортом, также через одни ворота проложено железнодорожное полотно, т.е. имеется возможность доставки и вывоза грузов железнодорожным транспортом. Вход в цех и выход из него осуществляется через две двери.

На случай пожара цех оснащен запасным выходом и системой противопожарной сигнализации. Все работы производятся на участке с площадью  $S = 471 \text{ м}^2$ .

## **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 12.1.012-2004. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. М.: Изд. стандартов, 2004.
4. ГОСТ 12.1.046-2014. ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация. М.: Изд. стандартов, 2015.

5. ГОСТ 12.1.003-2014. Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд. стандартов, 2015.
6. Правила устройства электроустановок. М.: Госэнергонадзор, 2000.
7. Приказ от 13 января 2003 года N 6 «Об утверждении Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» (с изменениями на 13 сентября 2018 года). М.: Энергоатомиздат, 2018.
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.
11. ПБ 03-553-03 Единые правила безопасности при разработке рудных, нерудных и россыпных месторождений полезных ископаемых подземным способом.

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

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

1. Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.

При данном процессе сварки в воздух рабочей зоны выделяется до 180 мг/м<sup>3</sup> пыли с содержанием в ней марганца до 13,7 процентов (ПДК 0,1-0,2 мг/м<sup>3</sup>),

а также  $CO_2$  до  $0,5 \div 0,6\%$ ;  $CO$  до  $160 \text{ мг/м}^3$ ; окислов азота до  $8,0 \text{ мг/м}^3$ ; озона до  $0,36 \text{ мг/м}^3$  (ПДК  $0,1 \text{ мг/м}^3$ ); оксидов железа  $7,48 \text{ г/кг}$  расходуемого материала; оксида хрома  $0,02 \text{ г/кг}$  расходуемого материала ПДК  $1 \text{ мг/м}^3$ ) [27].

Образующийся при сварке аэрозоль характеризуется очень мелкой дисперсностью—более 90% частиц, скорость витания частиц  $< 0,1 \text{ м/с}$ .

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

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.

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  $0,3 \div 3 \text{ метров в секунду}$  [47].

Определим количество воздуха для организации местной вентиляции по формуле [48]:

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

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

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

Найдем площадь, через которую поступает воздух по формуле:

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

где  $A$  и  $B$  — ширина и длина зонта, расчеты этих параметров произведем согласно методичке [49];

$n$  — количество зонтов.



Определим количество конвективного тепла, выделяемого источником [49]:

$$Q = 1,5 \times \sqrt{t_u + t_e}, \quad (7.2)$$

где  $t_u$  и  $t_e$  – температура поверхности источника и воздуха, °С.

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

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

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

Найдем размеры вытяжного зонта:

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

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

$$S = 3,6 \times 3,66 \times 18 = 237,17 \text{ м}^2.$$

$$L_M = 237,17 \times 0,2 = 47,43 \text{ м}^3 \cdot \text{с,}$$

Из расчета видно, что объем воздуха, удаляемый от местных отсосов, составляет  $L_M = 170748 \text{ м}^3 \cdot \text{ч}$ .

В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор радиальный ВЦ 4-75-20 (№20) с двигателем АИС315LB8-IE2 110 кВт 750 об/мин.

Кинематическая схема вентиляции представлена на рисунке 7.1.

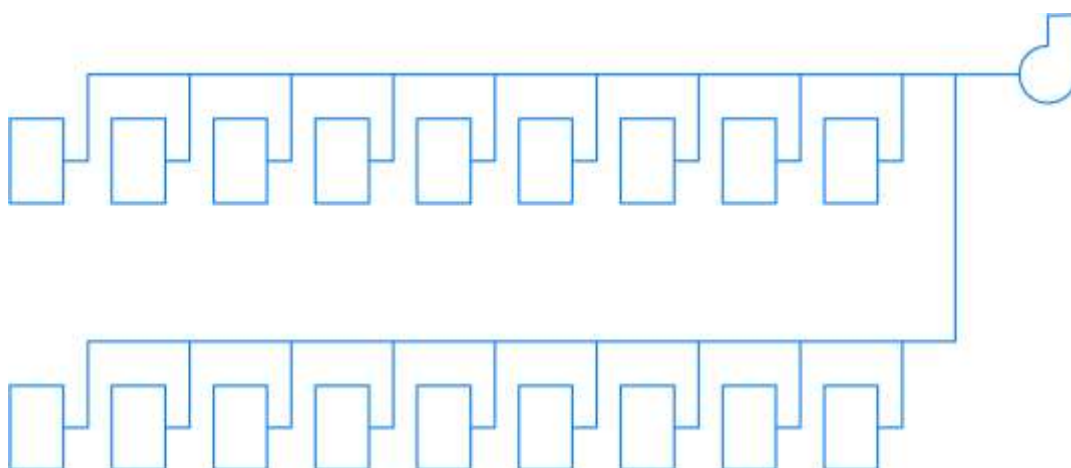


Рисунок 7.1 – Кинематическая схема вентиляции

Рассчитаем диаметр воздуховодов.

Сначала рассчитаем расход воздуха для первой ветви:

$$L_{M1} = 170748 \cdot 5/11 = 77613 \text{ м}^3 \cdot \text{ч},$$

Для второй ветви:

$$L_{M2} = 170748 \cdot 6/11 = 93135 \text{ м}^3 \cdot \text{ч},$$

Определим диаметр воздуховода по формуле для первой ветви [50]:

$$D = 1,13 \times \left( \frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \times \left( \frac{77613}{0,2} \right)^{1/2} = 704 \text{ мм}, \quad (7.6)$$

Определим диаметр воздуховода для второй ветви:

$$D = 1,13 \times \left( \frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \times \left( \frac{93135}{0,2} \right)^{1/2} = 771 \text{ мм},$$

Определим диаметр общего воздуховода для:

$$D = 1,13 \times \left( \frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \times \left( \frac{170748}{0,2} \right)^{1/2} = 1044 \text{ мм}.$$

## 2. Производственный шум.

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

- *LORCH S5 XT* (НАКС);
- 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 [51].

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 [52].

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	-	-	-

Мероприятия по борьбе с шумом.

Для снижения шума, создаваемого оборудованием, это оборудование следует помещать в звукоизолирующие ограждения. Вентиляционное оборудование следует устанавливать на виброизолирующие основания с резиновыми амортизаторами для агрегатов с эластичной муфтой к вентиляторам, а вентиляторы следует устанавливать в отдельные звукоизолирующие помещения с обшивкой двумя слоями гипс волокнистых листов с каждой стороны.

Для защиты органов слуха от шума рекомендуется использовать

противошумовые наушники.

### 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) [53].

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. Предлагается использовать сборочно-сварочное приспособление.

### 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 устанавливают в светильник, осветительная арматура которого должна обеспечивать крепление лампы, присоединение к ней электропитания, предохранения её от загрязнения и механического повреждения. Подвеска светильников должна быть жёсткой.

Система общего освещения сборочно-сварочного участка должна состоять из 12 светильников типа С 3-4 с ртутными лампами ДРЛ мощностью 250 Вт, построенных в 24 ряда по 4 светильника.

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

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

В производственной обстановке рабочие, находясь вблизи расплавленного или нагретого металла, горячих поверхностей подвергаются

воздействию теплоты, излучаемой этими источниками. Лучистый поток теплоты, кроме непосредственного воздействия на рабочих, нагревает пол, стены, оборудование, в результате чего температура внутри помещения повышается, что ухудшает условия работы.

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

Тепловая радиация на рабочем месте может в целом составлять 0,5-6 кал/см<sup>2</sup>·мин[53].

## 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 – костюм и брюки, а также рукавицы, изготавливаются из брезента и служат для защиты тела и рук от брызг сварки, и теплового излучения.

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

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

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.

### 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 метра и диаметром 40

мм.

Сопrotивление 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 4x12 миллиметров.

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

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

Защита от движущихся механизмов.

Для защиты работающих от движущихся механизмов предусмотрено следующее:

- проходы: между оборудованием, движущимися механизмами и перемещаемыми деталями, а также между постами – не менее 1 м; между автоматическими сварочными постами – не менее 2 м.;
- свободная площадь на один сварочный пост – не менее 3 м<sup>2</sup>.;
- 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, грузоподъёмных 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 [54].

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.000001.079.00.000СБ используют масляные фильтр для очистки воздуха от пыли по ГОСТ Р 51251-99. Пыль, проходя через лабиринт отверстий (вместе с воздухом), образуемых кольцами или сетками, задерживается на их смоченной масляным раствором поверхности. По мере загрязнения фильтра кольца и сетки промывают в содовом растворе, а затем покрывают масляной плёнкой. Эффективность фильтров данного типа составляет 95÷98 процентов.

Предельно допустимая концентрация примесей в атмосфере на территории промышленного предприятия не должна превышать 30 процентов вредных

веществ для рабочей зоны [52].

### 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 [52].

## 7.6 Защита в чрезвычайных ситуациях

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

Для поддержания необходимой температуры применяется центральное отопление.

## Заключение

В настоящей выпускной квалификационной работе произведен проектный расчет участка сборки- сварки основания секции крепи механизированной.

Был проведен технологический анализ изделия, исходя из которого, учитывая особенности материала изделия, условия технологичности сборки, пространственного положения сварных швов был определен наиболее эффективный метод сварки- сварка плавящимся электродом в среде защитных газов. Подобраны оптимальные сварочные материалы- сварочная проволока Св-08ГСМТ, смесь газов ISO M21-ArC-18. Выбрано сварочное оборудование- аппарат для механизированной сварки в среде защитных газов *LORCH S5 XT*.

Для сборки- сварки основания сконструировано сборочно-сварочное приспособление с пневмоприжимами, также был произведен расчет элементов данного приспособления.

В проекте пронормированы сборочно-сварочные операции по времени для изготовления изделия. Рассчитано количество оборудования на каждой операции, исходя из этого определены коэффициенты загрузки оборудования. Составлен технологический процесс изготовления основания.

В проекте произведен расчет и планировка участка сборочно-сварочного цеха. Определен состав всех элементов производства и их рациональное размещение.

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

Разработанный участок имеет следующие технические характеристики:

- |                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| 1. Площадь участка, м <sup>2</sup> | 471 |
| 2. Количество приспособлений, шт.  |     |
| Приспособление сборочно- сварочное | 9   |

Позиционер ВНВ-100	9
3.Количество смен	2
4. Количество рабочих явочных	32
Количество рабочих списочных	36
5. Оборудование:	
Полуавтомат <i>LORCH S5 XT</i> (НАКС)	18

## Библиография

1. Технология SuperPulse *URL:* <https://www.esab.ru/ru/ru/automation/process-solutions/gmaw/superpulse.cfm> (дата обращения: 25.03.2022)
2. Системы Aхcess *URL:* [https://ozlib.com/981010/tehnika/sistemy\\_axcess\\_tsifrovye\\_poluavtomaticheskie\\_sistemy\\_dugovoy\\_svarki\\_inertnom\\_gaze](https://ozlib.com/981010/tehnika/sistemy_axcess_tsifrovye_poluavtomaticheskie_sistemy_dugovoy_svarki_inertnom_gaze) (дата обращения: 25.03.2022)
3. Speed процессы Lorch *URL:* <https://lorch.ru/speedlorch/> (дата обращения: 25.03.2022)
4. Современные способы импульсно-дуговой MIG/MAG сварки *URL:* <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennyye-sposoby-impulsno-dugovoy-mig-mag-svarki> (дата обращения: 25.03.2022)
5. ГОСТ 23118-2019 Конструкции сварные строительные *URL:* <https://docs.cntd.ru/document/1200174657> (дата обращения: 25.03.2022)
6. СП 53-101-98 Изготовление и контроль качества стальных строительных конструкций *URL:* <https://docs.cntd.ru/document/1200003338> (дата обращения: 25.03.2022)
7. Кисаримов Р. А. Справочник сварщика. - М.: ИП РадиоСофт, 2007. - С. 288
8. Марочник сталей и сплавов / Колосков М.М., Долбенко Е.Т., Коширский Ю.В. и др.; под общей М28 ред. Зубченко А.С. - М.: Машиностроение. - 2001. - С. 627.: ИЛЛ.
9. Костин А. М. Сварочные материалы. - «НУК». - 2004. С. 225.
10. Васильев В. И., Ильященко Д. П. Разработка этапов технологии при дуговой сварки плавлением - Издательство ТПУ, 2008г. - С. 96.
11. Сварочные аппараты серии S SPEEDPULSE XT *URL:* <https://lorch.ru/sxtlorch/> (дата обращения: 25.03.2022)
12. Китаев А. М. Китаев Я. А. Справочная книга сварщика. М:

Машиностроение, 1985. – 256 с.

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

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

15. Капиллярный и магнитопорошковый контроль *URL:* [https://www.chemetall.com/Documents/Media-Library-Documents/Literature/Catalogue/catalogue\\_ndt\\_199\\_rus\\_lr\\_final.pdf](https://www.chemetall.com/Documents/Media-Library-Documents/Literature/Catalogue/catalogue_ndt_199_rus_lr_final.pdf) (дата обращения:25.03.2022)

16. СТО 9701105632-003-2021 Инструкция по визуальному и измерительному контролю *URL:* [https://svarikon.ru/wp-content/uploads/2021/03/STO\\_9701105632-003-2021.pdf](https://svarikon.ru/wp-content/uploads/2021/03/STO_9701105632-003-2021.pdf) (дата обращения:25.03.2022)

17. ГОСТ 18442-80 Контроль неразрушающий. Капиллярные методы *URL:* <https://docs.cntd.ru/document/1200004648> (дата обращения:25.03.2022)

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

19. Крампит Н. Ю. Нормативы времени на сварочные операции: Методические указания / Крампит Н. Ю. Ю.: Изд-во ЮФ ТПУ. - 2002. - 26.

20. Томас К. Н., Ильященко Д. П. Технология сварочного производства. Томск. «Томский политехнический университет» - 2011. - С. 247.

21. Крампит Н. Ю. Проектирование сварочных цехов: Методические указания. Ю.: Изд-во ИПЛ ЮТИ ТПУ. - 2005. - С. 40.

22. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий машиностроения, приборостроения и металлообработки сборочно-сварочные цехи 1989г-65с

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

24. Великанов А.П. Экономический расчет технологического процесса. М.: Машиностроение, 1982г
25. Ахумов В.А. Справочник нормировщика. М.: Машиностроение, 1986. 240 с.
26. Азаров Н. А. Конструирование и расчет сварочных приспособлений Томск, ТПУ. - 2009. - С.48.
27. 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.
28. ШТОРМ URL: <https://www.shtorm-its.ru/> (дата обращения:25.03.2022)
29. Позиционер сварочный ВНВ-100 URL: [https://simferopol.pulscen.ru/products/svarochny\\_pozitsioner\\_vnv\\_100\\_170456281](https://simferopol.pulscen.ru/products/svarochny_pozitsioner_vnv_100_170456281) (дата обращения:02.03.2022)
30. Кран-балка 5т мостовая опорная пролет 12,0м URL: [https://www.emel61.ru/goods/77864983-kran\\_g\\_p\\_5\\_0t\\_oporny\\_mostovoy\\_prolet\\_12\\_0m](https://www.emel61.ru/goods/77864983-kran_g_p_5_0t_oporny_mostovoy_prolet_12_0m) (дата обращения:02.03.2022)
31. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя / Том 3. - М.: Машиностроение. - 1978. - С.557.
32. 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. – 24 с.
33. Проектно-строительная компания "Аркада-М" URL: [http://vashproect.ru/index/stoimost\\_stroitelstva/0-115](http://vashproect.ru/index/stoimost_stroitelstva/0-115) (дата обращения:25.03.2022)
34. ООО «ВТОРМЕТ» URL: <http://www.втормет42.рф/prices/> (дата обращения:25.03.2022)
35. Лист стальной 14ХГ2САФД URL: [https://www.pulscen.ru/price/010201-list-stalnoj/f:2\\_14khg2safd&30356\\_30-mm](https://www.pulscen.ru/price/010201-list-stalnoj/f:2_14khg2safd&30356_30-mm) (дата обращения:25.03.2022)



36. Сталь 12ДН2ФЛ сортовой прокат *URL:*  
<https://www.pulscen.ru/search/price/0103-sortovoj-prokat?q=12%D0%94%D0%9D2%D0%A4%D0%9B> (дата обращения:25.03.2022)
37. Сталь 30ХГСА сортовой прокат *URL:*  
<https://www.pulscen.ru/search/price?q=30%D0%A5%D0%93%D0%A1%D0%90>  
(дата обращения:25.03.2022)
38. Сталь 10ХСНД сортовой прокат *URL:*  
<https://www.pulscen.ru/search/price?q=10%D0%A5%D0%A1%D0%9D%D0%94>  
(дата обращения:25.03.2022)
39. Сталь Ст3пс5 *URL:*  
<https://www.pulscen.ru/search/price?q=%D1%81%D1%823%D0%BF%D1%815>  
(дата обращения:25.03.2022)
40. Сталь 09Г2С *URL:*  
<https://www.pulscen.ru/search/price?q=09%D0%932%D0%A1> (дата обращения:25.03.2022)
41. Сталь 35 *URL:*  
<https://www.pulscen.ru/search/price?q=%D1%81%D1%8235> (дата обращения:25.03.2022)
42. Сварочная проволока 1.2 мм СВ08ГСМТ в Кемерово *URL:*  
[https://kemerovo.pulscen.ru/price/050314-svarochnaja-provoloka/f:41\\_1-tochka-2-mm&30314\\_sv08gsmt](https://kemerovo.pulscen.ru/price/050314-svarochnaja-provoloka/f:41_1-tochka-2-mm&30314_sv08gsmt) (дата обращения:25.03.2022)
43. Сварочная смесь (Ar 82% + CO2 18% ) 40 литров *URL:* <https://itc-pek.ru/catalog/tehnicheskie-gazy/svarochnye-smesi/svarochnaya-smes-40-litrov-ar-82-co2-18/> (дата обращения:25.03.2022)
44. Тарифы на электроэнергию *URL:* <https://time2save.ru/tarify-na-elektroenergiu-dla-malih-predpriyatij-i-ip> (дата обращения:25.03.2022)
45. К.И. Томас, Д.П. Ильященко Технология сварочного производства: учебное пособие / Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011.
46. О.Н. Жданова. Организация производства и менеджмент:

методические указания к выполнению курсовой работы для студентов специальности 120500 «Оборудование и технология сварочного производства» - Юрга; ИПЛ ЮТИ ТПУ, 2005.– 32с.

47. Лист стальной 40 мм ст3сп ГОСТ 19903-2015 URL: <https://www.mkuralsteel-nsk.ru/goods/193366180-list stalnoy 40 mm st3sp gost 19903 2015> (дата обращения:25.03.2022)

48. ГОСТ 12.0.0030-2015 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

49. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования.

50. Запыленность и загазованность воздуха в рабочих зонах URL: <http://www.ecolosorse.ru/ecologs-281-1.html> (дата обращения:05.04.2022)

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

52. 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.

53. Куликов О. Н. Охрана труда при производстве сварочных работ.: Академия. - 2006. - С.176

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

55. Селитебные зоны – это что? Селитебная территория URL: <http://fb.ru/article/288464/selitebnyie-zonyi---eto-chto-selitebnaya-territoriya> (дата обращения: 02.05.2022)

(обязательное)  
 Спецификация основания крепи

Формат Экз Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Приме- чание	Перед. примен.	
					Строч. №	Лист и дата
		<u>Документация</u>				
A1	ФЮРА.000001.079.00.000 СБ	Сборочный чертеж		A1x4		
		<u>Сборочные единицы</u>				
	1 ФЮРА.000001.00.079.01.000	Баковина	1			
	2 ФЮРА.000001.00.079.02.000	Баковина	1			
	3 ФЮРА.000001.00.079.03.000	Стенка	1			
	4 ФЮРА.000001.00.079.04.000	Стенка	1			
	5 ФЮРА.000001.00.079.05.000	Портал передний	1			
	6 ФЮРА.000001.00.079.06.000	Портал задний	1			
	7 ФЮРА.000001.00.079.07.000	Настил	1			
	8 ФЮРА.000001.00.079.08.000	Настил	1			
	9 ФЮРА.000001.00.079.09.000	Ушка	4			
	10 ФЮРА.000001.00.079.10.000	Упор	2			
	11 ФЮРА.000001.00.079.11.000	Элементы крепления коммуникаций	1			
	12 ФЮРА.000001.00.079.12.000	Карпус	1			
		<u>Детали</u>				
	13 ФЮРА.000001.00.079.00.001	Подставка	1			
ФЮРА.000001.079.00.000						
Изм./Лист		№ докум.		Лист	Дата	
Разработ		Борсук		Лист	Лист	Листов
Проб		Кривков		4	1	3
Исполнит				ЮТИ ТПУ		
Утв				гр. 3-10А70		
Основание					Формат А4	
Копировал						

Формат Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Приме- чание	
	14	ФЮРА.000001.00.079.00.002	Опора	1		
	15	ФЮРА.000001.00.079.00.003	Стенка	1		
	16	ФЮРА.000001.00.079.00.004	Носок	1		
	17	ФЮРА.000001.00.079.00.005	Пятка	1		
	18	ФЮРА.000001.00.079.00.006	Ребро	2		
	19	ФЮРА.000001.00.079.00.007	Раскос	1		
	20	ФЮРА.000001.00.079.00.008	Стенка	2		
	21	ФЮРА.000001.00.079.00.009	Опора	1		
	22	ФЮРА.000001.00.079.00.010	Вставка	1		
	23	ФЮРА.000001.00.079.00.011	Ребро	2		
	24	ФЮРА.000001.00.079.00.012	Полозак	4		
	25	ФЮРА.000001.00.079.00.013	Полозак	4		
	26	ФЮРА.000001.00.079.00.014	Упор	4		
	27	ФЮРА.000001.00.079.00.015	Ребро	2		
	28	ФЮРА.000001.00.079.00.016	Косынка	1		
	29	ФЮРА.000001.00.079.00.017	Косынка	1		
	30	ФЮРА.000001.00.079.00.018	Косынка	2		
	31	ФЮРА.000001.00.079.00.019	Рамка	1		
	32	ФЮРА.000001.00.079.00.020	Косынка	2		
	33	ФЮРА.000001.00.079.00.021	Косынка	1		
	34	ФЮРА.000001.00.079.00.022	Стержень	2		
	35	ФЮРА.000001.00.079.00.023	Полка	1		
	36	ФЮРА.000001.00.079.00.024	Вставка	1		
	37	ФЮРА.000001.00.079.00.025	Полка	1		
	38	ФЮРА.000001.00.079.00.026	Проставка	1		
	39	ФЮРА.000001.00.079.00.027	Полка	1		
	40	ФЮРА.000001.00.079.00.028	Вставка	1		
	41	ФЮРА.000001.00.079.00.029	Труба	1		
	42	ФЮРА.000001.00.079.0.030	Упор	2		
	43	ФЮРА.000001.00.079.00.031	Ребро	2		
Изм. № лист						Лист 2
	Изм.	Лист	№ докум.	Лист	Дата	

ФЮРА.000001.079.00.000

Копировал

Формат А4





(обязательное)  
Технологический процесс

ГОСТ 3.1105-84, Форма 2									
Лист									
Взам.									
Лист									
							15		1
		ФЮРА.0000001.079							
		Оснащение							
<b>КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ</b>									
на технологический процесс									
сборки-сборки									
		Разработал		Барсук А.В.					
		Проверил		Крюков А.В.					
		Н. контр.							
		Рецензент							
		Акт							
ТЛ	Титульный лист								1



Добл.	Взам.	Подл.	Разраб.	Проб.	Нормир.	Нач. БТК	Н. контр.	К/М	Цех	УЧ	РМ	Опер.	Поз.	Наименование ДСЕ или материала	Обозначение ДСЕ	СИП	ЕВ	ЕН	КМ	Н. расх.						
я																		Разл. п.	Общ. п.	Такт. п.						
			Барсуков А.В.	Крюков А.В.											ФНРА.000001079											
			<i>Оснащение</i>																							
К01														Проволока св-08ГСТМ	ГОСТ 2246-70	φ12	2910кг									
02														SO 14175-M21-AGC-18	ГОСТ ИСО 14175-2010		86230л									
03														Кислород	ГОСТ 5583											
04														Ацетилен	ГОСТ 5457											
05														Масса св. ед. 7500 кг.												
06																										
07																										
08																										
09																										
10																										
11																										
12																										
13																										
14																										
15																										
16																										
17																										
КК			Комплектобочная карта																							3































(обязательное)  
 Спецификация приспособления

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
<i>Документация</i>						
A1			ФЮРА.0000002.079.00.000 СБ	Сборочный чертеж		A1x3
<i>Сборочные единицы</i>						
		1	ФЮРА.0000002.079.01.000	Пневмоприжим	2	
		2	ФЮРА.0000002.079.02.000	Пневмоприжим	2	
		3	ФЮРА.0000002.079.03.000	Пневмоприжим	2	
		4	ФЮРА.0000002.079.04.000	Пневмоприжим	4	
		5	ФЮРА.0000002.079.05.000	Упор	4	
		6	ФЮРА.0000002.079.06.000	Упор	2	
		7	ФЮРА.0000002.079.07.000	Упор	2	
		8	ФЮРА.0000002.079.08.000	Шаблон складной	2	
		9	ФЮРА.0000002.079.09.000	Стайка	1	
		10	ФЮРА.0000002.079.10.000	Стайка	1	
		11	ФЮРА.0000002.079.11.000	Стол	1	
		12	ФЮРА.0000002.079.12.000	Корпус	4	
<i>Детали</i>						
		13	ФЮРА.0000002.079.00.001	Шаблон	2	
		14	ФЮРА.0000002.079.00.002	Шаблон	2	
			ФЮРА.0000002.079.00.000			
Изм		Лист	№ докум	Подп	Дата	
Разработ			Барсук АВ			
Проб			Крайков АВ			
Исполн						
Упр						
<b>Приспособление</b>				Лит		Лист
<b>сборочно-сварочное</b>				1		Листов
ЮТИ ТПУ				2		
зр 3-10A70				ЮТИ ТПУ		
Копировал				Формат		A4





(обязательное)

## Инструкция по эксплуатации приспособления

Настоящее руководство по эксплуатации (далее - РЭ) приспособления сборочно-сварочного ФЮРА.000002.079.00.000СБ предназначено для ознакомления персонала с устройством и принципом работы приспособления, его основными техническими данными и характеристиками, а также служит руководством по монтажу, эксплуатации и хранению.

### 1 Назначение изделия

1.1 Приспособление служит для фиксации боковин поз. 1 и поз. 2, стенок поз. 3 и поз. 4 с подошвой поз. 13 в требуемом положении. Спереди и сзади борта фиксируются упорами поз. 5 (2 шт.), поз. 6 (2 шт.), поз. 7 (2 шт.). С боков борта поз. 1 и поз. 2 фиксируются пневмоприжимами поз.1 (2 шт.), поз.2 (2 шт.), поз.3 (2 шт.). Подошва фиксируется пневмоприжимами поз. 4 (4 шт.).

### 2 Технические данные и характеристики

#### 2.1 Основные технические данные и характеристики:

Габариты – 3450 x 2178 мм.;

2.2 Неподвижные упоры 8 шт.

2.3 Пневмоприжимы 10 шт.

### 3 Устройство и работа приспособления сборочно-сварочного

#### 3.1 Состав приспособления сборочно-сварочного

3.1.1 Внешний вид приспособления сборочно-сварочного показан в приложении А. Приспособление сборочно-сварочное состоит из:

1. стол;
2. шаблон складной;
3. стойка;
4. вал технологический;
5. втулка;
6. шпилька;
7. прижим;
8. штырь.

#### 3.2 Работа изделия

3.2.1 Приспособление сборочно-сварочное работает следующим образом: на сборочно-сварочное приспособление устанавливается до упора поз.7 (2 шт.) подошва поз. 13 (1 шт.), фиксируется пневмоприжимами поз. 4 (4 шт.). Далее устанавливаются боковины поз. 1 (1 шт.) и поз. 2 (1 шт.), стенки поз.3 (1 шт.) и поз.4 (1 шт.). Между стенками поз.3 (1 шт.) и поз.4 (1 шт.) на стол устанавливается шаблон складной поз. 8 (2 шт.) и упор поз. 6 (2 шт.). В них устанавливаются технологические валы поз. 15 (1 шт.) и поз. 16 (1 шт.), фиксируются стойками поз. 9 (1 шт.), поз. 10 (1 шт.) и шаблонами поз. 13 (2 шт.) и поз. 14 (2шт.). Затем боковины поз. 1 (1 шт.) и поз. 2 (1 шт.) фиксируются пневмоприжимами поз. 1(2 шт.), поз.2 (2шт.), поз. 3 (2 шт.).