

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

Институт Юргинский технологический институт

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

**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**

Тема работы

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА  
СБОРКИ-СВАРКИ ОСНОВАНИЯ МКЮ.2У.75**

УДК 622.285:621.757:621.791

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А62	Плотников Владислав Валерьевич		

Руководитель

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

Нормоконтроль

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

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Лизунков В.Г.	К.П.Н., ДОЦЕНТ		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Солодский С.А.	К.Т.Н., ДОЦЕНТ		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

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

Юрга – 2020 г.

*Планируемые результаты обучения по ООП*

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

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

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

Институт Юргинский технологический институт

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

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП «Машиностроение»  
\_\_\_\_\_ Д.П. Ильященко  
(подпись) (дата) (И.О.Ф.)

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

В форме:

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

Студенту:

Группа	ФИО
10А62	Плотникову Владиславу Валерьевичу

Тема работы:

Разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки основания МКЮ.2У.75	
Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	31.01.2020 г. № 7/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b> <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Материалы преддипломной практики
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b> <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	1. Обзор и анализ литературы 2. Объект и методы исследования 3. Разработка технологического процесса 4. Конструкторский раздел 5. Проектирование участка сборки-сварки 6. Финансовый менеджмент 7. Социальная ответственность

<b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. ФЮРА.МКЮ.2У.75.08.100.038.00.000 СБ Основания 5 листов (А1)
	2. ФЮРА.000001.038.00.000 СБ Приспособление сборочно-сварочное 2 листа (А1)
	3. ФЮРА.000002.038.00.000 ЛП План участка 1 лист (А1)
	4. ФЮРА.000003.038.00.000 ЛП Система вентиляции участка 1 лист (А1)
	5. ФЮРА.000004.038.00.000 ЛП Экономическая часть 1 лист (А1)
	6. ФЮРА.000005.038.00.000 ЛП Карта организации труда 1 лист (А1)
	7. ФЮРА.000006.038.00.000 ЛП Схема изготовления основания 1 лист (А1)

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

*(с указанием разделов)*

Раздел	Консультант
Технологическая и конструкторская часть	Крюков А.В.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лизунков В.Г.
Социальная ответственность	Солодский С.А.

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


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

**Задание выдал руководитель:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А62	Плотников Владислав Валерьевич		

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

Институт Юргинский технологический институт

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

Период выполнения (осенний / весенний семестр 2019 – 2020 учебного года)

Форма представления работы:

Дипломный проект

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

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН  
на выполнение выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом готовой работы	
-------------------------------------	--

Дата контроля	Название раздела (модуля)/ Вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
31.01.20	Обзор литературы	20
20.02.20	Объект и методы исследования	20
31.03.20	Расчет и аналитика	20
30.04.20	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
28.05.20	Социальная ответственность	20

**Составил преподаватель:**

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

**СОГЛАСОВАНО:**

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

Юрга – 2020г.

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
10А62	Плотникову Владиславу Валерьевичу

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

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

Оценка стоимости производства по предлагаемому технологическому процессу основания МКЮ.2У.75

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

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

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

*При необходимости представить эскизные графические материалы к расчетному заданию*

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	06.02.2020
---	------------

### Задание выдал консультант:

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент ЮТИ	Лизунков В.Г.	К.П.Н., доцент		

### Задание принял к исполнению студент:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
10А62	Плотников Владислав Валерьевич		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
10А62	Плотникову Владиславу Валерьевичу

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

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

<p>1. Описание технологического процесса, проектирование оснастки и участка сборки-сварки бесстыкового пути 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>– физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <li>– действие фактора на организм человека;</li> <li>– приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>– предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные)</li> </ul>	<p>Действие выявленных вредных факторов на организм человека. Допустимые нормы (согласно нормативно-технической документации). Разработка коллективных и рекомендации по использованию индивидуальных средств защиты.</p>
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</li> </ul> <p>пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</p>	<p>Источники и средства защиты от существующих на рабочем месте опасных факторов (электробезопасность, термические опасности и т.д.). Пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</p>



<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– защита селитебной зоны</li> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> </ul> <p>разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</p>	<p>Вредные выбросы в атмосферу</p>
<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> </ul> <p>разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</p>	<p>Перечень наиболее возможных ЧС на объекте.</p>
<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> </ul> <p>организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны</p>	<p>Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</p>
<p><b>Перечень графического материала</b></p>	
<p>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров</p>	<p>Система вентиляции участка</p>

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p>Доцент ЮТИ</p>	<p>Солодский С.А.</p>	<p>К.Т.Н.</p>		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p>10А62</p>	<p>Плотников Владислав Валерьевич</p>		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа 99 с., 22 таблиц, 5 рисунков, 25 источников литературы, 3 приложения, 12 л. графического материала.

Ключевые слова: сварка, технология, сборочно-сварочное приспособление, план участка, механизированная крепь.

Объектом исследования является технология сборки-сварки основания шахтной крепи.

Актуальность данной работы является разработка энерго и ресурсосбережение технологии сборки-сварки основания.

Целью данной работы является разработка и проектирование эффективного производства, с применением современного оборудования, использованием более совершенной технологии и достижение высокой степени механизации производства для основания механизированной крепи МКЮ.2У.75.08.100.

Данная выпускная квалификационная работа представлена введением, семью разделами (главами) и заключением, приведен список использованных источников.

## Abstract

The final qualification work 99 pp., 22 tables, 5 figure, 25 sources of literature, 3 applications, 12 l. graphic material.

Key words: welding, technology, assembly and welding fixture, site plan, mechanized support.

The object of study is the assembly-welding technology of the shaft support lining.

The relevance of this work is the development of energy and resource saving technologies for assembly-welding of the base.

The aim of this work is the development and design of efficient production, using modern equipment, using more advanced technology and achieving a high degree of mechanization of production for the foundation of mechanized roof support MKYU.2U.75.08.100.

This final qualification work is presented by introduction, seven sections (chapters) and conclusion, a list of sources used is given.

## Оглавление

Введение	15
1 Обзор и анализ литературы	16
2 Объект и методы исследования	20
2.1 Описание сварной конструкции	20
2.2 Требования НД, предъявляемые к конструкции	20
2.3 Методы проектирования	28
2.4 Постановка задачи	28
3 Разработка технологического процесса	30
3.1 Анализ исходных данных	30
3.1.1 Основные материалы	30
3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки	31
3.1.3 Выбор сварочных материалов	32
3.2 Расчёт технологических режимов	37
3.3 Выбор основного оборудования	42
3.4 Выбор оснастки	43
3.5 Составление схемы общей сборки. Определения рациональной степени разбиения конструкции на сборочные единицы	44
3.6 Выбор методов контроля. Регламент проведения. Оборудование	45
3.7 Разработка технологической документации	50
3.8 Техническое нормирование операций	52
3.9 Материальное нормирование	55
4 Конструкторский раздел	58
4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений	58
4.2 Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений	58
4.3 Порядок работы приспособлений	60
5 Проектирование участка сборки-сварки	62
5.1 Состав сборочно-сварочного цеха	62

5.2	Расчет основных элементов производства	63
5.3	Пространственное расположение производственного процесса	65
6	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность ресурсосбережение	67
6.1	Сравнительный экономический анализ вариантов	67
6.1.1	Расчет необходимого количества производственного оборудование	68
6.1.2	Расчет численности производственных рабочих	69
6.1.3	Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления	71
6.1.4	Определение удельных капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями	72
6.1.5	Определение затрат на основной материал	73
6.1.6	Определение затрат на вспомогательные материалы	73
6.1.7	Определение затрат на заработную плату	74
6.1.8	Определение затрат на силовую электроэнергию	75
6.1.9	Определение затрат на амортизацию оборудования	75
6.1.10	Определение затрат на амортизацию приспособления	76
6.1.11	Определение затрат на ремонт оборудования	77
6.1.12	Определение затрат на содержание здания	78
6.2	Расчет технико-экономической эффективности	78
6.3	Основные технико-экономические показатели участка	79
7	Социальная ответственность	80
7.1	Описание рабочего места	80
7.2	Законодательные и нормативные документы	80
7.3	Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	82
7.4	Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды	86
7.5	Обеспечение требуемого освещения на участке	88

7.6 Охрана окружающей среды	90
7.7 Чрезвычайные ситуации	90
7.8 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	92
7.9 Вывод	95
Заключение	96
Список используемых источников	97
Приложение А (Спецификация ФЮРА.МКЮ.2У.75.08.100)	
Приложение Б (Спецификация Приспособление сборочно-сварочное)	
Приложение В (Технологический процесс)	Форма А4-19
Диск CD-R	в конверте на обложке
Графическая часть	На отдельных листах
ФЮРА.МКЮ.2У.75.08.100.038.00.000 СБ Основания. Сборочный чертеж	Формат 5-А1
ФЮРА.000001.038.00.000 СБ Приспособление сборочно- сварочное	Формат 2-А1
ФЮРА.000002.038.00.000 ЛП План участка	Формат А1
ФЮРА.000003.038.00.000 ЛП Система вентиляции участка	Формат А1
ФЮРА.000004.038.00.000 ЛП Экономическая часть	Формат А1
ФЮРА.000005.038.00.000 ЛП Карта организации труда	Формат А1
ФЮРА.000006.038.00.000 ЛП Схема изготовления основания	Формат А1

## Введение

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

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

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

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

В данной выпускной квалификационной работе производится проектирование участка сборки и сварки основания горно-шахтной крепи ФЮРА.МКЮ.2У.75.08.110.038.00.000 СБ. В ходе проводимой работы необходимо получить производство с наибольшей степенью механизации и автоматизации производства, повышающей производительность и условия труда.

## 1. Обзор литературы

### 1.1 Технологии и функции сварочных источников питания

С каждым годом стремительно развиваются технологии управления сварочными процессами что позволяет сварщику сосредоточиться исключительно на ведении шва, не требуя применения специальной техники сварки при смене пространственных положений, колебаниях вылета электрода и других изменениях условий сварки. Технологии и функции сварочных источников питания:

1) GAS TEST – Кнопка ГАЗ-ТЕСТ позволяет оператору в безопасных условиях проверить поступление газа без подачи проволоки или возбуждения сварочной дуги.

2) POST GAS TIME – Время последующей продувки защитным газом.

После окончания процесса сварки газ продолжает поступать в течение предварительно установленного времени. Это позволяет сварочной проволоке и свариваемым деталям охлаждаться в атмосфере защитного газа.

3) MOTOR SOFT START – замедленная скорость подачи проволоки перед стартом. Функция обеспечивает управление скоростью подачи проволоки перед сваркой, улучшает зажигание сварочной дуги, уменьшает разбрызгивание. Она облегчает зажигание и особенно полезна для сварки нержавеющей стали и алюминия, а также для сварки точками [1].

4) INITIAL INCREASE – Функция «горячего старта» обеспечивает повышенную подачу сварочной проволоки в начальный момент процесса сварки для увеличения тока сварки, с целью обеспечения заданной глубины проплавления в начале сварного шва. Эта функция оптимизирует процесс зажигания дуги и, в особенности, рекомендуется для сварки разных металлов средней и большой толщины (свыше 4мм). В некоторых случаях она может быть полезна для управления процессом зажигания так, чтобы выделялось меньше тепла.

5) Импульсный режим сварки MIG – неконтактный способ капельного переноса металла в шов в момент высокочастотного импульса, с мгновенным



кратковременным увеличением силы тока. Данный метод позволяет исключить не только прямой контакт присадочного материала с обрабатываемым металлом, но и перегрев, и прожиг изделия, а также увеличить производительность.

При каждом импульсе создается капля расплавленного металла на торце проволоки, затем происходит отрыв капли металла, и она вталкивается в сварочную ванну. Капля перемещается в шов через сварочную дугу. На каждый импульс по одной капле.

В режиме импульсной MIG-сварки величина тока снижается, когда не нужна дополнительная энергия, что позволяет остыть заготовке. Период «остывания» дает возможность использовать импульсный процесс для сварки тонкостенных и листовых материалов.

6) Smart Fan — это автоматическое управление охлаждением аппарата зависимо от используемого режима температуры, аппарат самостоятельно определяет интенсивность по обдуванию разных элементов сварочного оборудования. Такая функция пригодится тем, кто часто увлекается сваркой, забывая о важности охлаждения аппарата. Перегрев оборудования может привести к не самым приятным последствиям и вылиться в дополнительные затраты на ремонт, а то и на приобретение нового аппарата.

7) SHORT ARC TRANSFER – сварка с короткими замыканиями перенос короткой дугой осуществляется при низких токах сварки и состоит в непрерывном чередовании электрической дуги и коротких замыканий между проволокой и деталью. Перенос материала происходит во время коротких замыканий. Таким образом могут свариваться почти все материалы, включая тонкие листы, возможна также сварка в любом положении соединения. Единственное препятствие — это разбрызгивание расплавленного материала. Капельный перенос подразумевает наличие капель расплавленной проволоки в сварочной дуге, и он всегда присутствует, когда используются химически очень активные газы типа CO<sub>2</sub>, а также при использовании других газов, в случае перенастройки с режима переноса короткой дугой на режим струйного переноса.

Операторы предпочитают избегать данного типа сварки, в связи с

нестабильностью дуги, которая приводит к чрезмерному разбрызгиванию материала. При высоких значениях тока капли материала в сварочной дуге становятся очень маленькими, и разбрызгивания расплавленного материала на свариваемой детали не происходит. Как и при капельном переносе, выделяется большое количество теплоты, и этот способ рекомендуется для сварки только толстых листов и только в нижнем положении. Если ток сварки регулировать для осуществления импульсного струйного переноса материала, то можно получить значительные улучшения в процессе сварки.

8) SHORT - SPRAY ARC – струйный перенос короткой дугой.

Сварочный аппарат с постоянным напряжением на выходе, имеющим жёсткую (пологопадающую) характеристику, оборудованный устройством подачи проволоки и соответствующими принадлежностями, дает возможность выполнять процесс струйного переноса короткой дугой (капельный перенос рассматривается косвенным образом). Чтобы улучшить качество сварки, используются более сложные электронные сварочные аппараты. Струйный перенос короткой дугой позволяет получить более широкий ряд поддающихся обработке материалов различной толщины, возможность сварки во всех положениях, а также большой диапазон диаметров применяемой проволоки. Для таких сварочных аппаратов чрезвычайно полезно следующее: регулирование параметров сварки в начале и конце сварного шва, регулирование индуктивности, точная регулировка напряжения сварки и правильная подача проволоки из наконечника горелки.

9) TIME WELDING – сварка в режиме таймера.

В данном режиме продолжительность сварки устанавливается оператором. Это позволяет при сварке точками получать точки всегда одинакового размера (сварка электрозаклёпками) и поэтому идеально подходит для работы на автоматизированных предприятиях или для массового производства.

10) 4-STAGE OPERATION – Сварка в 4-х тактном режиме.

Подача газа начинается при первом нажатии на кнопку горелки. При первом отпускании кнопки начинается подача напряжения и проволоки. Когда проволока касается детали, зажигается дуга, и начинается процесс сварки. Сварка продолжается

до тех пор, пока кнопка не нажата. При повторном нажатии на кнопку горелки сварочная дуга гаснет и прекращается подача проволоки, напряжения и газа. 4-тактный режим рекомендуется для сварки длинных участков и обеспечивает более высокую точность сварки. Этот режим позволяет оператору держать свою руку вдали от источника тепла, и газовые шланги могут быть продуты прежде, чем начнется сварка, даже если используются длинные горелки.

#### 11) BURN BACK – растяжка дуги

Данная функция позволяет регулировать длину оставшейся проволоки (части проволоки, выступающей за пределы наконечника сварочной горелки) по окончании горения дуги, осуществляя задержку отключения сварочного напряжения после остановки подачи проволоки. Правильная установка величины выступления проволоки крайне важна для оптимизации последующего процесса зажигания, а также при автоматической сварке. Возможность изменения величины выступления проволоки позволяет оператору легко подстроить работу системы к различным типам материалов и горелок

## 1.2 Заключение

Основываясь на приведенных выше материалах, прогрессивное развитие современных источников питания дало возможность расширить их функциональные характеристики и обеспечить высокое качество выполнения процессов ручной дуговой сварки, как плавящимся электродом, так и в среде защитного газа. Для механизированной сварки в среде защитного газа сварочный источник питания должен обладать современными технологиями чтоб обеспечить высокую эффективность, экономический расход ресурсов и экологической безопасности процесса.

## 2 Объект и методы исследования

### 2.1 Описание сварной конструкции.

Изготавливаемое изделие – основания крепи, представляет собой сварную конструкцию, которая является опорной частью механизированной крепи горно-шахтного оборудования.

Эта конструкция подвергается большим статическим и циклическим нагрузкам. Конструкция изделия представлена на чертеже ФЮРА.МКЮ.2У.75.08.100.038.00.000СБ. Габаритные размеры изделия: 2715×430×1416 мм. Масса, кг.: 2020 кг.

2.2 Требования НД, предъявляемые к конструкциям горно-шахтного оборудования согласно СП 53-101-98 Изготовление и контроль качества стальных строительных конструкций.

#### 2.2.1 Требования к сборке конструкций под сварку.

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.

Предельные отклонения геометрических размеров сборочной единицы, передаваемой для сварки, не должны превышать допустимые отклонения, приведенные в проектной документации.

Зазор и смещение кромок деталей, собранных под сварку, должны соответствовать требованиям [ГОСТ 5264](#), [ГОСТ 8713](#), [ГОСТ 14771](#), [ГОСТ 22261](#).

Закрепление деталей при сборке следует осуществлять прихватками. При выполнении прихваток необходимо соблюдать следующие требования:

- прихватки собираемых деталей в конструкции необходимо располагать только в местах наложения сварных швов;

- катет шва прихваток назначают минимальным в зависимости от толщины соединяемых элементов согласно СНиП II-23-81;

- длина сварного шва прихватки должна быть не менее 30 мм, расстояние между прихватками - не более 500 мм, количество прихваток на каждой детали - не менее двух;

- сварочные материалы для прихваток должны обеспечивать качество наплавленного металла, соответствующее качеству металла сварных швов по проектной документации;

- прихватки выполняют рабочие, имеющие право доступа к сварочным работам;

- при сборке конструкций большой массы размеры и расстановку прихваток определяет технологическая документация с учетом усилий, возникающих при кантовке и транспортировании.

Собранные конструкции должны быть замаркированы белой масляной краской с указанием номера заводского заказа, номера чертежа, марки сборочной единицы и ее порядкового номера изготовления. Маркировку можно осуществлять с помощью бирок, закрепляемых на изделии

### 2.2.2 Требования к сварке

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

Сварку конструкций следует выполнять только после проверки правильности сборки конструкций производственным или контрольным мастером.

Сварку стальных конструкций следует осуществлять по разработанному на

предприятию технологическому процессу, оформленному в виде типовых или специальных технологических инструкций, карт и т.п., в которых должны учитываться особенности и состояние производства.

Оборудование для сварки должно обеспечивать возможность эффективного выполнения сварных соединений по технологическому регламенту, разработанному на предприятии. Стабильность параметров режима, заданного в технологическом регламенте, которая обеспечивается оборудованием, должна оцениваться при операционном контроле процесса сварки. Контроль работы оборудования, включая поверку установленных на нем измерительных приборов, необходимо проводить в рамках действующей на предприятии системы управления качеством производства.

В зависимости от преобладающей номенклатуры производства и специализации завода-изготовителя металлоконструкций наряду с универсальным сварочным оборудованием (автоматы, полуавтоматы, источники питания сварочным током и т.д.) сборочно-сварочные цехи и участки должны быть оснащены стендами, кантователями, манипуляторами и другими устройствами, обеспечивающими условия для высокой производительности и стабильного качества продукции сварочного производства. Наиболее эффективным видом оборудования для производства сварных конструкций являются автоматизированные стенды, в которых совмещаются процессы сборки и сварки

Свариваемые кромки и прилегающая к ним зона металла шириной не менее 20 мм, а также кромки листов в местах примыкания выводных планок перед сборкой должны быть очищены от влаги, масла, грата и загрязнений до чистого металла. Непосредственно перед сваркой при необходимости очистка должна быть повторена, при этом продукты очистки не должны оставаться в зазорах между собранными деталями.

Сварку следует производить, как правило, в пространственном положении, удобном для сварщика и благоприятном для формирования шва (нижнее, "в лодочку"). При этом не допускается чрезмерно большой объем металла шва, наплавляемого за один проход, чтобы избежать несплавления шва со свариваемыми кромками.

Выполнение каждого валика многослойного шва допускается производить после очистки предыдущего валика, а также прихваток от шлака и брызг металла. Участки слоев шва с порами, раковинами и трещинами должны быть удалены до наложения следующего слоя.

Отклонения размеров швов от проектных не должно превышать значений, указанных в ГОСТ 5264, ГОСТ 14771, ГОСТ 8713, ГОСТ 11533, ГОСТ 11534, 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.

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.

### 2.2.3 Требования к контролю качества

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

Обязательному контролю подлежит соответствие геометрических размеров сборочных единиц проектной документации, а также требованиям соответствующих ГОСТ на узлы соединений деталей сборочных единиц, подлежащих сварке

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

Контроль качества содержит две последовательно осуществляемые группы

мероприятий: операционный контроль, приемочный контроль

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

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

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

В зависимости от конструктивного оформления, условий эксплуатации и степени ответственности швы сварных соединений разделяются на I, II и III категории. Методы и объемы контроля качества сварных соединений указаны в таблице 2.1 и 2.2.



Таблица 2.1 - Тип швов сварных соединений

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

Продолжение Таблицы 2.1

Ш	<p>6. Продольные стыковые швы, воспринимающие напряжения растяжения или сдвига <math>0,4R \leq \sigma &lt; 0,85R</math>.</p> <p>7. Продольные (связующие) угловые швы в основных элементах конструкций II и III групп, воспринимающие растягивающие напряжения (поясные швы элементов составного сечения, швы в растянутых элементах ферм и т.д.).</p> <p>8. Стыковые и угловые швы, прикрепляющие к растянутым зонам основных элементов конструкций узловые фасонки, фасонки связей, упоры и т.п.</p> <p>9. Поперечные стыковые швы, воспринимающие сжимающие напряжения.</p> <p>10. Продольные стыковые швы и связующие угловые швы в сжатых элементах конструкций.</p> <p>11. Стыковые и угловые швы, прикрепляющие фасонки к сжатым элементам конструкций.</p> <p>12. Стыковые и угловые швы во вспомогательных элементах конструкций (конструкции IV группы)</p>
---	---

Таблица 2.2 - Методы и объемы контроля качества сварных соединений

Метод контроля, ГОСТ	Тип контролируемых швов по таблице 8	Объем контроля	Примечания
Внешний осмотр и измерение	Все	100%	Результаты контроля швов типов 1-5 по таблице 8 должны быть оформлены протоколом

Продолжение Таблицы 2.2

Ультразвуковой (ГОСТ 14782)	1 и 2	100%	-
Радиографический (ГОСТ 7512)	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 оговорены в проектной документации с учетом 12.2 настоящего документа		
Примечания			
<p>1 Методы и объем контроля сварных соединений в узлах повышенной жесткости, где увеличивается опасность образования трещин, должны быть дополнительно указаны в проектной документации.</p> <p>2 В конструкциях и узлах, характеризующихся опасностью образования холодных и слоистых трещин в сварных соединениях, контроль качества следует производить не ранее, чем через двое суток после окончания сварочных работ.</p>			

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

Сварные швы, для которых требуется контроль с использованием физических методов (ультразвукового, капиллярного, механических испытаний и

др.), и объем такого контроля должны быть отмечены в проектной документации в соответствии с требованиями стандарта предприятия, разрабатывающего чертежи.

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

Контроль должен производиться до окрашивания конструкций.

### 2.3 Методы проектирования

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

Обзор литературы — это часть исследования, в которой был рассмотрен обзор существующей литературы по теме исследования технологии и функции сварочных источников питания.

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

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

### 2.4 Постановка задачи

При выполнении выпускной квалификационной работы требуется решить следующий ряд задач:

- 1) разработать участок сборки и сварки основания;

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

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

### 3.Разработка технологического процесса

#### 3.1 Анализ исходных данных

##### 3.1.1 Основные материалы

Используемый материал деталей – стали 14ХГ2САФД, 10ХСНД, 30ХГСФЛ, ст3пс5. Выбор этих сталей обусловлен необходимостью высокой надежности и прочности. Химический состав и механические свойства сталей приведены в таблицах 3.1 и 3.2 [4].

Таблица 3.1 - Химический состав сталей в %

Массовая доля элементов, %, не более	Марка стали			
	30ХГСФЛ	10ХСНД	14ХГ2САФД	Ст3пс5
C	0,25 - 0,35	0,08 - 0,12	0,11 - 0,17	0.14 - 0.22
Si	0,4 - 0,6	0,8 – 1,1	0,7	0.05 - 0.15
Mn	1 - 1,5	0,5 – 0,8	1,5	0.4 - 0.65
S	0,05	0,04	0,020	0.05
P	0,04	0,035	0,035	0.04
Cr	0,3 - 0,5	0,6 – 0,9	0,8	0.3
Ni	-	0,5 – 0,8	0,35	0.3
Cu	0,3	0,4 – 0,6	0,1 – 0,4	0.3
As	-	0,08	-	0.08
Al	-	-	0,01 – 0,045	-
V	0,06 - 0,12	-	0,04 – 0,08	-
N	-	0,012	0,009 – 0,02	0.008

Таблица 3.2 - Механические свойства сталей

Марка стали	Предел прочности $\sigma_B$ , Н/мм <sup>2</sup>	Предел текучести $\sigma_T$ , Н/мм <sup>2</sup>	Относительное удлинение $\delta_5$ , %	Ударная вязкость, $a_n$ Дж/см <sup>2</sup>
30ХГСФЛ	600-830	400-670	15	35
10ХСНД	530	390	19	39
14ХГ2САФД	590 - 835	490 - 735	16	59
Ст3пс5	380-490	205-245	25	

### 3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки

Для сталей 14ХГ2САФД, 10ХСНД, 30ХГСФЛ, Ст3пс5 рекомендуются следующие способы сварки: ручная дуговая сварка, механизированная сварка в смеси газа Ar+CO<sub>2</sub> электродной проволокой диаметром 0,5...2,0 мм; автоматическая дуговая сварка под флюсом электродной проволокой диаметром 1,6...5,0 мм; электрошлаковая сварка проволочными, пластинчатыми и комбинированными электродами.

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

Данный способ сварки характеризуется следующими факторами:

- 1) Наличие возможности вести механизированную сварку, а при

наличии в изготавливаемом изделии сварных швов протяженностью больше 1 м, то использование механизированной сварки очень важно;

- 2) Высокие механические свойства сварных соединений;
- 3) Высокая производительность и легкость механизации;
- 4) Значительное уменьшение сварочных брызг ;
- 5) Отсутствие операций по удалению шлака;
- 6) Меньшая склонность к образованию горячих трещин;
- 7) При использовании смеси газов, низкая стоимость активных газов и повышение стабильности дуги при использовании инертных газов [5].

### 3.1.3 Выбор сварочных материалов

При механизированной сварке в защитных газах электродная проволока – единственный материал, через который возможно изменять свойства и состав металла шва. Состав металла шва должен быть близким к составу основного материала, а необходимые свойства получают за счет сварочной проволоки. В качестве основной проволоки выбираем Св-08Г2С ГОСТ 2246-70. Для некоторых швов выбираем проволоку Св-08ГСМТ с повышенным содержанием элементов раскислителей и наличием более лучших раскислителей титана и молибдена чтоб повысить пластические свойства металла в местах, которые более подвержены разрушению.

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



Таблица 3.3 - Химический состав проволоки по ГОСТ 2246-70

Марка проволоки	Химический состав, %								
	C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	Ti	S	P
								не более	
Св-08ГСМТ	0,06÷ 0,11	1,0÷ 1,3	0,4÷ 0,7	≤ 0,3	≤ 0,3	0,2÷ 0,4	0,05÷ 0,12	≤ 0,025	≤ 0,03
Св-08Г2С	0,05÷ 0,11	1,80÷ 2,10	0,7÷ 0,95	≤ 0,2	≤ 0,25	—	—	≤ 0,025	≤ 0,03

Таблица 3.4 - Механические свойства металла шва

Марка проволоки	$\sigma_B$ , МПа	$\delta$ , %	$\alpha_n$ , Дж/см <sup>2</sup>	
			20°С	0°С
Св-08ГСМТ	690	23	86	-
Св-08Г2С	564	28	69	-

Сварка ведется в среде защитных газов (смесь двуокиси углерода с аргоном в соотношении 20% двуокиси углерода к 80% аргона) согласно классификации ГОСТ Р ISO 14175 - M21. Использование данного соотношения (в сравнении с 100% CO<sub>2</sub>) позволяет обеспечить лучшее формирование шва, уменьшить величину разбрызгивания электродного металла, повысить циклическую долговечность стыковых, тавровых, угловых видов сварных соединений в 1,8...3,92 раза [6].

Для подогрева металла качестве горючих газов могут быть использованы ацетилен, водород, природный и нефтяной газ, пары бензина и керосина. Наибольшее применение получил ацетилен, так как он дает при горении в технически чистом кислороде самую высокую температуру пламени, достигающую 3150 °С. От температурного показателя, которого может достигать полученное с

помощью технического газа пламя, зависит время выполнения работы. Поэтому он очень важен для процесса нагрева поверхности. В этом отношении хороших показателей можно достигнуть, используя ацетилен. Для подогрева будем использовать ацетиленовую горелку Г2-06 А. Состав кислорода и свойства ацетилена приведены в таблице 3.5 и 3.6.

Таблица 3.5 - Состав кислорода по ГОСТ 5583 - 78, %

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

Таблица 3.6 - Свойства ацетилена

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

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

Технологической свариваемость - отношение металла к установленному способу и режиму сварки. Физическая свариваемость характеризуется процессами в

зоне сплавления свариваемых металлов, в следствии которых получается сварное соединение. Все однородные металлы обладают физической свариваемостью.

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

Химическая неоднородность основного металла и металла шва.

Неоднородность механических свойств и структуры основного металла и металла шва

Изменение структуры и свойств основного металла в зоне термического влияния;

Возникновение в сварных соединениях напряжений, способствующих образованию трещин;

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

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

При разных видах сварки наблюдается окисление компонентов сплавов. В стали, выгорает углерод, кремний, марганец, окисляется железо. В связи с этим в определение технологической свариваемости должно входить:

определение химического состава, структуры и свойств металла;

оценка структуры и механических свойств околошовной зоны;

оценка склонности сталей к образованию трещин;

оценка получаемых при сварке окислов металлов и плотности сварного соединения.

Методы определения технологической свариваемости разделяют на две группы: первая группа - прямые способы, свариваемость определяется сваркой различных образцов; вторая группа – косвенные способы процесс, который имитирует влияние сварочного процесса и заменяет его. Первая группа говорит о предпочтительности способа сварки, трудностях возникающих при этом способе и о

рациональных режимах сварки. Вторая группа не дает прямого ответа на все вопросы, связанные с практическим осуществлением сварки металлов и рассматриваются как предварительные лабораторные испытания.

По свариваемости стали разделяют на 4 группы:

Первая группа – хорошо сваривающиеся стали;

Вторая группа – удовлетворительно сваривающиеся стали;

Третья группа – ограниченно сваривающиеся стали;

Четвёртая группа – плохо сваривающиеся стали.

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

Для определения стойкости металла против образования трещин определяют эквивалентное содержание углерода по формуле [7]:

$$C_{\text{экв}} = C + Mn/9 + Cr/9 + Ni/18 + 7Mo/90 \quad (3.1)$$

где символ каждого элемента обозначает максимальное содержание его в металле (по техническим условиям или стандарту) в процентах. Если углеродный эквивалент  $C_{\text{экв}}$  больше 0,45 %, то для обеспечения стойкости околошовной зоны против образования околошовных трещин и закалочных структур следует применять предварительный подогрев, а в ряде случаев и последующую термообработку свариваемого металла.

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 14ХГ2САФД:

$$C_{\text{экв}} = 0,14 + (1/9) + (1/9) + (0,3/18) = 0,38\%,$$

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 10ХСНД:

$$C_{\text{экв}} = 0,1 + (0,6/9) + (1/9) + (0,6/18) = 0,31 \%,$$

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 30ХГСФЛ:

$$C_{\text{экв}} = 0,3 + (1/9) + (1/9) = 0,52 \%$$

Для расчета эквивалентного содержания углерода для стали ст3пс5 воспользуемся формулой из ГОСТ 535-2005:

$$C_{\text{экв}} = C + Mn/6, \quad (3.2)$$

$$C_{\text{экв}} = 0,20 + 0,5/6 = 0,28\%.$$

Сталь 14ХГ2САФД является среднелегированной. Сталь 10ХСНД -

низколегированная конструкционная. Эти стали свариваются без ограничений, при толщинах менее 50 мм и температуре окружающей среды выше минус 10°C. Относятся ко II группе свариваемости.

Сталь ст3пс5 конструкционная углеродистая обыкновенного качества, хорошо сваривается в нормальных условиях. Относится к II группе свариваемости.

Сталь 30ХГСФЛ легированная для отливок ограничено свариваемая, при сварке требуется предварительный подогрев и последующая термообработка. Относится к III группе свариваемости.

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

### 3.2 Расчёт технологических режимов

Рассчитаем тавровое соединение Т1 которое показано на рисунке 1.1:

$d_{эл}$  - диаметр электродной проволоки;

$V_c$  - скорость сварки;

$I_c$  - сварочный ток;

$U_c$  - напряжение сварки;

$l_b$  - вылет электродной проволоки;

$V_{эл}$  - скорость подачи электродной проволоки;

$n_{пр}$  - общее количество проходов;

$g_{зг}$  - расход защитного газа.

Расчёт режимов сварки выполняем по размерам шва (ширине  $l$  и глубине проплавления  $h_p$ ).

Сварка механизированная, выполняется проволокой Св-08ГСМТ, в нижнем положении тип соединения Т1-К15 по ГОСТ 14771-76, сварка многопроходная.

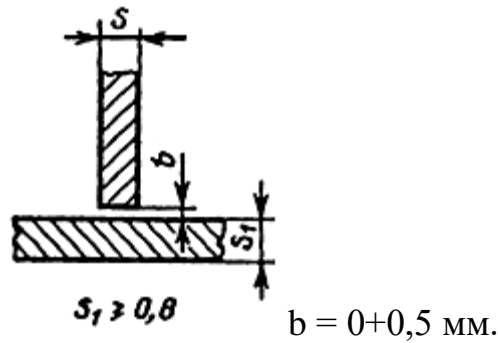


Рисунок 1.1 Тавровое соединение Г1

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

$$d_{\text{эпн}} = K_d \cdot F_{\text{нн}}^{0,625}. \quad (3.3)$$

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

Ориентировочно площадь корневого и заполняющего проходов при нижнем положении шва принимаем  $F_{\text{нк}} = 20 \text{ мм}^2$  и  $F_{\text{нз}} = 40 \text{ мм}^2$ .

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

$$F_{\text{но}} = K_3 \cdot \frac{K}{\sin 45^\circ} + \frac{K^2}{2} = 07 \cdot \frac{15}{\sin 45^\circ} \cdot 1,2 + \frac{15^2}{2} = 130,2. \quad (3.4)$$

Определим общее количество проходов:

$$n_{\text{но}} = \frac{F_{\text{но}} - F_{\text{нк}}}{F_{\text{нз}}} + 1 = \frac{130,2 - 20}{40} + 1 = 3,75. \quad (3.5)$$

Примем  $n_{\text{но}} = 4$ .

Уточним площадь  $F_{\text{нз}}$  учетом количества проходов:

$$F_{\text{нз}} = \frac{F_{\text{но}} - F_{\text{нк}}}{n_{\text{но}} - n_{\text{нк}}} = \frac{130,2 - 20}{4 - 1} = 36,7 \text{ мм}^2. \quad (3.6)$$

Рассчитаем диаметр электродной проволоки для корневого  $d_{\text{эпнк}}$  и заполняющих  $d_{\text{эпнз}}$ ,  $K_d = 0,149 \dots 0,409$ :

$$d_{\text{эпнк}} = (0,149 \dots 0,409) \cdot F_{\text{нк}}^{0,625} = (0,149 \dots 0,409) \cdot 20^{0,625} = (0,969 \dots 2,66) \text{ мм}. \quad (3.7)$$

$$d_{\text{ЭПЗ}} = (0,149 \dots 0,409) \cdot F_{\text{НЗ}}^{0,625} = (0,149 \dots 0,409) \cdot 36,7^{0,625} = (1,19 \dots 3,887) \text{ мм.} \quad (3.8)$$

Примем стандартные значения диаметра сварочной проволоки :

$$d_{\text{ЭПК}} = 1,2 \text{ мм. и } d_{\text{ЭПЗ}} = 1,2 \text{ мм.}$$

Рассчитаем скорость сварки для корневого, заполняющего и проходов:

$$V_{\text{СК}} = \frac{8,9 \cdot d_{\text{ЭПК}}^2 + 50,6 d_{\text{ЭПК}}^{1,5}}{F_{\text{НК}}} = \frac{8,9 \cdot 1,2^2 + 50,6 \cdot 1,2^{1,5}}{20} = 3,97 \frac{\text{мм}}{\text{с}}, \quad (3.9)$$

$$V_{\text{СЗ}} = \frac{8,9 \cdot d_{\text{ЭПЗ}}^2 + 50,6 d_{\text{ЭПЗ}}^{1,5}}{F_{\text{НЗ}}} = \frac{8,9 \cdot 1,2^2 + 50,6 \cdot 1,2^{1,5}}{36,7} = 2,2 \frac{\text{мм}}{\text{с}}. \quad (3.10)$$

$$\text{Принимаем } V_{\text{СК}} = 4 \frac{\text{мм}}{\text{с}}, V_{\text{СЗ}} = 3 \frac{\text{мм}}{\text{с}}.$$

При известных площадях наплавленного металла, диаметрах электродных проволок и скорости сварки рассчитаем скорости подачи электродной проволоки по формуле:

$$V_{\text{ЭПК}} = \frac{4 \cdot V_{\text{СК}} \cdot F_{\text{НК}}}{\pi \cdot d_{\text{ЭПК}}^2 \cdot (1 - \psi_p)} = \frac{4 \cdot 4 \cdot 20}{\pi \cdot 1,2^2 \cdot (1 - 0,1)} = 78,6 \frac{\text{мм}}{\text{с}}, \quad (3.11)$$

$$V_{\text{ЭПЗ}} = \frac{4 \cdot V_{\text{СЗ}} \cdot F_{\text{НЗ}}}{\pi \cdot d_{\text{ЭПЗ}}^2 \cdot (1 - \psi_p)} = \frac{4 \cdot 3 \cdot 36,7}{\pi \cdot 1,2^2 \cdot (1 - 0,1)} = 108,2 \frac{\text{мм}}{\text{с}} \quad (3.12)$$

Рассчитаем сварочный ток для корневого, заполняющего и проходов при сварке на обратной полярности:

$$\begin{aligned} I_{\text{СК}}^+ &= d_{\text{ЭПК}} \cdot \left( \sqrt{1450 \cdot d_{\text{ЭПК}} \cdot V_{\text{ЭПК}} + 145150} - 382 \right) = \\ &= 1,2 \cdot \left( \sqrt{1450 \cdot 1,2 \cdot 78,7 + 145150} - 382 \right) = 179 \text{ А,} \end{aligned} \quad (3.13)$$

$$\begin{aligned} I_{\text{СЗ}}^+ &= d_{\text{ЭПЗ}} \cdot \left( \sqrt{1450 \cdot d_{\text{ЭПЗ}} \cdot V_{\text{ЭПЗ}} + 145150} - 382 \right) = \\ &= 1,2 \cdot \left( \sqrt{1450 \cdot 1,2 \cdot 108,2 + 145150} - 382 \right) = 235 \text{ А.} \end{aligned} \quad (3.14)$$

При расчете режимов для смеси газов Ar + CO<sub>2</sub> необходимо вводить поправочный коэффициент k<sub>см</sub>, k<sub>см</sub> = 1,1...1,15 (по данным отработки режимов в лаборатории сварки ООО «Юргинский машзавод»).

С учетом поправочного коэффициента:

$$I_{\text{СК}} = 179 \cdot (1,1 \dots 1,15) = 197 \dots 206 \text{ А,}$$

$$I_{\text{СЗ}} = 235 \cdot (1,1 \dots 1,15) = 259 \dots 270 \text{ А.}$$

Принимаем  $I_{\text{СК}} = 200 \text{ А, } I_{\text{СЗ}} = 260 \text{ А.}$

Определим напряжение сварки для корневого, заполняющего и проходов:

$$U_{\text{С}} = 14 + 0,05 \cdot I_{\text{С}}, \quad (3.15)$$

$$U_{\text{СК}} = 14 + 0,05 \cdot 200 = 24 \text{ В,}$$

$$U_{\text{СЗ}} = 14 + 0,05 \cdot 260 = 27 \text{ В.}$$

Расход смеси газов  $\text{Ar} + \text{CO}_2$  для соответствующих проходов:

$$q_{\text{ЗГ}} = 3,3 \cdot 10^{-3} I_{\text{С}}^{0,75}, \quad (3.16)$$

$$q_{\text{ЗГК}} = 3,3 \cdot 10^{-3} I_{\text{СК}}^{0,75} = 3,3 \cdot 10^{-3} 200^{0,75} = 0,175 \text{ л/мин} = 10,5 \text{ л/ч,}$$

$$q_{\text{ЗГЗ}} = 3,3 \cdot 10^{-3} I_{\text{СЗ}}^{0,75} = 3,3 \cdot 10^{-3} 260^{0,75} = 0,213 \text{ л/мин} = 12,8 \text{ л/ч.}$$

Таблица 3.7 - Режимы для механизированной сварки основания в  $\text{Ar} + \text{CO}_2$

№ шва	Тип шва	Катет шва, мм	Диаметр проволоки, мм	Сварочный ток, А	Напряжение, В	Количество проходов	Расход газа, л/ч
1	2	3	4	5	6	7	8
1	T1	3	1,2	180	23	1	10
2	T1	10	1,2	200...280	25...28	2	11...14
3	T1	15	1,2	200...260	24...27	4	11...13
4	T1	18	1,2	200...270	25...28	5	11...13
5	T3	10	1,2	200...240	25...26	4	11...14
6	T3	12	1,2	200...270	25...28	5	11...12
7	T3	15	1,2	200...260	24...27	4	11...13
8	T3	18	1,2	200...270	25...28	5	11...13
9	У4	15	1,2	200...260	24...27	4	11...13
10	T6		1,2	200...280	24...28	13	11...14
11	У6		1,2	240...250	24...27	9	11...13
13	У8		1,2	200...280	24...28	4	11...14



Продолжение Таблицы 3.7

16	У1		1,2	200...270	24...28	6	11...13
17	У4		1,2	200...270	24...28	6	11...13
18	Т1		1,2	200...270	24...28	6	11...13
19	Т3		1,2	200...270	24...28	6	11...13
20	Нест.		1,2	200...230	24...26	3	11
21	Нест.		1,2	200...240	24...26	8	11...12
22	Нест.		1,2	200...270	24...28	3	11...13
23	Нест.		1,2	200...250	24...27	7	11...13
24	Нест.		1,2	200...270	24...28	4	11...13
25	Нест.		1,2	200...280	24...28	9	11...14
26	Нест.		1,2	200...280	24...28	5	11...14
27	Нест.		1,2	200...250	24...27	6	11...13
28	Нест.		1,2	200...250	24...27	7	11...13
29	Нест.		1,2	200...230	24...26	3	11...12
30	Нест.		1,2	200...270	24...28	4	11...13
31	Нест.		1,2	200...270	24...28	7	11...13
32	Нест.		1,2	200...210	24...25	4	11
33	Нест.		1,2	200...210	24...25	1	11
34	Нест.		1,2	200...260	24...27	4	11...14
35	Нест.		1,2	200...270	24...28	21	11...13
36	Нест.		1,2	200...230	24...26	5	11...12
37	Нест.		1,2	200...270	24...28	13	11...13
38	Нест.		1,2	200...240	24...26	10	11...12
39	Нест.		1,2	200...260	24...27	9	11...14
40	Нест.		1,2	200...270	24...28	8	11...13
41	Нест.		1,2	200...280	24...28	17	11...13

### 3.3 Выбор основного оборудования

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

- 1) наибольшая эксплуатационная надежность и относительная простота обслуживания;
- 2) техническая характеристика, наиболее отвечающая всем требованиям принятой технологии;
- 3) наибольший КПД и наименьшее потребление электроэнергии при эксплуатации;
- 4) минимальный срок окупаемости;
- 5) наименьшие габаритные размеры оборудования;
- 6) наименьшая масса;
- 7) наименьшая сумма первоначальных затрат на приобретение и монтаж оборудования.

Для механизированной сварки в среде защитного газа плавящимся электродом нужен источник тока, обеспечивающий ток сварки  $I_c = 260 - 280$  А, напряжение сварки  $U = 27 - 29$  В. Согласно требуемым условиям выбираем сварочный аппарат от компании Сварог TECH MIG 5000 (N221). Характеристики сварочного оборудования представлены в таблице 3.8.

Таблица 3.8 - Характеристики сварочного оборудования

Диапазон регулирования сварочного тока	50 - 500 А
Продолжительность включения при $t = 40^\circ\text{C}$	380 А / 100 %
Напряжение холостого хода	75 В
Класс защиты	IP23
Частота сети	50 Гц / 60 Гц
Сетевое напряжение (допуски)	380 В ( $\pm 15\%$ )

### Продолжение таблицы 3.8

Максимальная потребляемая мощность	24,7 кВА
Рекомендуемая мощность генератора	25 кВА
Габариты аппарата (Д×Ш×В) в мм	1100 x 520 x 1450
Габариты устройства подачи проволоки(Д×Ш×В) в мм	690 x 300 x 410
Масса аппарата	107 кг
Масса устройства подачи проволоки	15,1 кг
Емкость бака	12 л
Производительность	5 л / мин

### 3.4 Выбор оснастки

В настоящее время одной из основных задач, стоящих перед сварочным производством, является автоматизация и механизация производственных процессов изготовления изделий, решение которых повлияет на повышение производительности труда [8].

Для сборки-сварки основания горно-шахтной крепи ФЮРА.МКЮ.2У.75.08.100.038.00.000СБ требуется разработать приспособление, которое обеспечит точное взаимное расположение деталей собираемого изделия. В дальнейшей работе для проектирования приспособления рационально использовать универсальное сборочное приспособление (упоры, механические прижимы, пневмоцилиндры) .

Основными требованиями к сборочно-сварочным приспособлениям:

- 1) полный, свободный доступ к деталям, входящим в изделие;
- 2) обеспечение минимального числа кантовок изделий;
- 3) безопасность во время работы;
- 4) прочность и жесткость приспособления.

В проектируемом участке предлагается использовать кран-балку, для

поднятия и перемещения деталей сборочной единицы, также манипулятор сварочный МС-30, предназначенный для установки изделий в удобное для сварки положение.

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

Технологический процесс сборки и сварки основания имеет принципиальные возможности для усовершенствования и обновления. На рисунках 2 и 2.1 представлены схемы изготовления основания

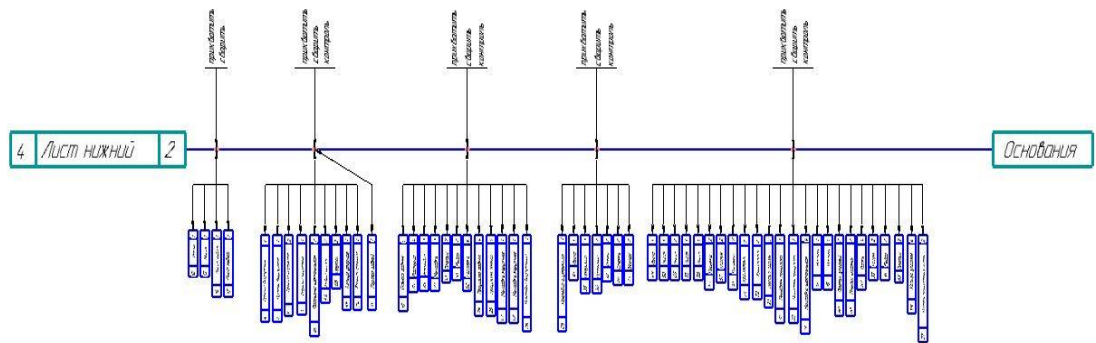


Рисунок 2. Схема изготовления основания №1

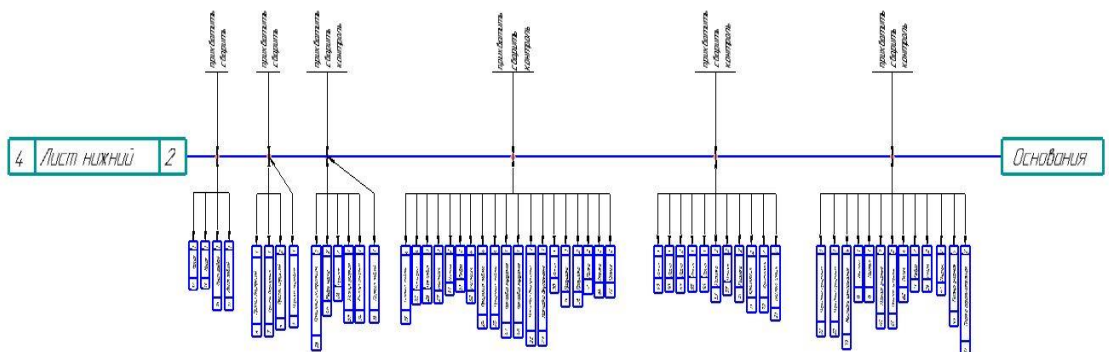


Рисунок 2.1. Схема изготовления основания №2

При изготовлении основания выбираем схему № 2. Так как в ней наиболее логичная последовательность сборки. Выбираем основным элементом лист нижний, на которую устанавливаем все детали в порядке установки.

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

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

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

При осуществлении контрольной операции готовой сборочной единицы контролю подлежит :

- 100 % осмотр сварных швов (визуальный и измерительный контроль);
- контроль размеров сварных швов (выборочно);
- 100 % контроль капиллярный согласно указаниям, в конструкторской документации;
- измерение линейных размеров;
- проверка соосности.

На участке сборки и сварки основания ФЮРА.МКЮ.2У.75.08.100.038.00.000СБ используются следующие методы контроля качества: визуальный и измерительный контроль осуществляется по РД 03-606-03, а также согласно техническим требованиям сварные швы проверяют методом капиллярной дефектоскопии (метод красок) осуществляемый по ГОСТ 18442-80.

### 3.6.1 Визуальный и измерительный контроль

При визуальном и измерительном контроле применяют: лупы, линейки измерительные металлические, угольники поверочные 90° лекальные, штангенциркули, угломеры с нониусом, стенкомеры и толщиномеры индикаторные, в том числе специальные и универсальные (например, типа УШС), радиусные, резьбовые и др.

Измерительные приборы и инструменты должны периодически, а также после ремонта проходить поверку (калибровку) в метрологических службах, аккредитованных Госстандартом России. Срок проведения поверки (калибровки) устанавливается нормативной технической документацией (НД) на соответствующие приборы и инструменты [9].

### 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.

Окрашку 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 (рис. 3)

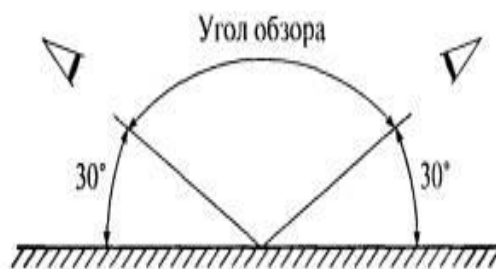


Рисунок 3. Условия визуального контроля

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) поверхностных трещин всех видов и направлений;

Отсутствие (наличие) на поверхности сварных соединений дефектов (пор, включений, скоплений пор и включений, отслоений, прожогов, свищей, наплывов, усадочных раковин, подрезов, непроваров, брызг расплавленного металла, западаний между валиками, грубой чешуйчатости, а также мест касания сварочной дугой

поверхности основного материала);

Качество зачистки металла в местах приварки временных технологических креплений, гребенок индуктора и бобышек крепления термоэлектрических преобразователей (термопар), а также отсутствие поверхностных дефектов в местах зачистки;

Качество зачистки поверхности сварного соединения изделия (сварного шва и прилегающих участков основного металла) под последующий контроль неразрушающими методами (в случае, если такой контроль предусмотрен ПТД);

Размеры поверхностных дефектов (поры, включения и др.), выявленных при визуальном контроле;

Высоту и ширину шва, а также вогнутость и выпуклость обратной стороны шва в случае доступности обратной стороны шва для контроля;

Высоту (глубину) углублений между валиками (западания межваликовые) и чешуйчатости поверхности шва;

Подрезы (глубину и длину) основного металла;

Отсутствие непроваров (за исключением конструктивных непроваров) с наружной и внутренней стороны шва; размеры катета углового шва;

Отсутствие переломов осей сваренных цилиндрических элементов.

### 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. Капиллярные методы предназначены для обнаружения поверхностных и сквозных дефектов в объектах контроля, определения их расположения, протяженности (для протяженных дефектов типа трещин) и ориентации по поверхности [10].



При капиллярном методе применяют следующие дефектоскопические материалы, приведенные ниже:

И - индикаторный пенетрант;

М - очиститель объекта контроля от пенетранта;

Г - гаситель пенетранта;

П - проявитель пенетранта.

В необходимых случаях для обнаружения следа дефекта и расшифровки результатов контроля применяют различные средства осмотра (лупы, бинокулярные стереоскопические микроскопы, зеркала) в условиях, обеспечивающих освещенность объекта контроля, соответствующую правилам эксплуатации этих средств.

### 3.6.5 Требования к выполнению капиллярного метода контроля

Одно из основных требований к дефектоскопическим материалам – они не должны быть вредны для человека.

Совместимость дефектоскопических материалов в наборах или сочетаниях обязательна. Составы набора не должны ухудшать эксплуатационные качества материала контролируемого объекта.

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.

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

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

Далее устанавливаем на приспособление лист нижний поз. 4 (2шт.) по упорам, прижимаем к приспособлению механическими прижимами. После между деталями поз.4 устанавливаем технологические распорки согласно эскизу. Далее устанавливаем носок поз. 12;13, листы задние поз.16;17 и опоры поз.75 по месту. После производят прихватку и сварку механизированной сваркой в защитных газах, для выполнения подогрева сварных швов используем ацетиленовую горелку Г2-06 для контроля температуры используем пирометр Fluke 63. Далее производят контроль сварных швов, закрываемых при дальнейшей сборке.

Устанавливаются прогоны внутренние поз. 6;7 и два прогона наружных поз.5, далее устанавливаем валы технологические и технологическую распорку. После устанавливаем портал передний поз. 1 и фиксируем все пневмоцилиндрами. Затем детали прихватывают в порядке установки, проводим предварительный подогрев в зоне опор поз.75 и отпуск. Далее проводится сварка в защитных газах и контроль.

После убираем валы и технологические распорки, устанавливаем две

проушины центральные поз. 38, распорки поз. 20 (4 шт.), задние стенки поз. 19 (4 шт.), носок поз. 46 (2шт.), пруток поз. 68 (2шт.) и портал задний поз. 18 по чертежу, затем проводим предварительный подогрев в зоне опор поз.75 и отпуск. Далее проводится сварка в защитных газах и контроль сварных швов, закрываемых при дальнейшей сборке.

Далее сборочная единица переносится на манипулятор сварочный МС-30, где устанавливаются две накладки поз. 26; 27, пластик поз. 41 (2 шт.), ребро поз. 51 (2шт.), распорки поз. 52 (4 шт.), проушины задние поз. 24 (4 шт.); 25 (4 шт.), накладку наружную поз. 47; 48 по штырю цеховому, накладки внутренние поз. 28; 29, лист поз. 30, проушины поз. 35 (2 шт.); 36 (2 шт.), полки поз. 32 (2шт.), стенка поз. 64 (2 шт.), уголок поз.73 (2 шт.), затем проводим предварительный подогрев в зоне опор поз.75. Далее детали прихватывают в порядке установки и свариваются механизированной сваркой в защитных газах. После проводится контроль сварных швов, закрываемых при дальнейшей сборке.

Затем устанавливаются листы поз. 49; 50; 69 (2 шт.), косынка поз.10 по месту совместно с двумя кронштейнами поз.71;72, настил задний поз. 21(2шт.), косынка поз. 53 (2 шт.), листы поз. 55; 56, пластик поз. 57 (2 шт.), затем детали прихватывают в порядке установки и свариваются механизированной сваркой в защитных газах. После проводится контроль сварных швов, закрываемых при дальнейшей сборке.

В конце сб. ед. устанавливается на плиту сборочную, где устанавливаются проушины передние поз. 22; 23 (2шт.), накладки центральные поз. 39 (4 шт.), настил поз. 14; 15 по месту, пластик упорный 60; 61 (2 шт.), полки поз. 62 (4 шт.), ребро поз. 33;34, пластик поз. 63 (2шт.), кольцо упорное поз. 59 (4шт.), планки ограничительные поз. 37 (2шт.), затем детали прихватывают в порядке установки и свариваются механизированной сваркой в защитных газах.

Зачистку сварных швов от брызг производят на слесарной плите.

Контроль осуществляют на контрольной плите.

### 3.8 Техническое нормирование операций

Нормирование труда является неотъемлемой частью организации оперативного планирования и организации оплаты труда. На основе норм затрат труда рассчитывается загрузка оборудования, производственной мощности, каждого рабочего места участка, цеха, предприятия [11].

Норма штучного времени  $T_{ш}$ , мин, для всех видов дуговой сварки определяется по формуле [8]:

$$T_{ш} = (T_{н.ш.к} \cdot L + t_{ви}) \cdot K_n, \quad (3.17)$$

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

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

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

Неполное штучно-калькуляционное  $T_{ншк}$  определяется по формуле [8].

$$T_{н.ш.к} = (T_0 + t_{вш}) \cdot \left(1 + \frac{a_{обсл} + a_{отл} + a_{п-з}}{100}\right) \quad (3.18)$$

где  $T_0$  - основное время сварки, ч;

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

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

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

Основное время для механизированной сварки в смеси газа определяется по формуле [8]:

$$T_0 = \frac{F \cdot \gamma \cdot 60}{I \cdot \alpha_n} \quad (3.19)$$

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

$I$  - сила сварочного тока, А;

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

7,8г/см<sup>3</sup>);

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

Для примера определим норму времени согласно операции 030 технологического процесса сборки и сварки основания.

Исходные данные:

марки сталей: 14ХГ2САФД и 30ХГСА;

марка электродной проволоки: Св-08Г2С;

шов №6 ГОСТ 14771-76-Т1-К15;

длина шва – 15,3 м;

положение шва нижнее;

площадь поперечного сечения наплавленного металла шва F=130 мм;

коэффициент наплавки для сварочной проволоки Св-08ГСМТ при механизированной сварке легированных сталей в среде Ar + CO<sub>2</sub>,  $\alpha_n = 15$  г/(А·ч) [8].

из расчёта режима сварки принимаем величину сварочного тока I=260А.

При сварке в среде углекислого газа  $K_{шп}=1$ . Определяем основное время сварки по формуле [8]:

$$T_o = \frac{130.2 \cdot 7,8 \cdot 60}{260 \cdot 15} = 15,62_{мин} = 0,26 ч.$$

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

$$T_{н.ш.к} = (15,62 + 0,5) \cdot \left(1 + \frac{28,8}{100}\right) = 23,86_{мин} = 0,40 ч.$$

Норму штучного времени определяем по формуле (3.20) с учётом того, что  $t_{ви}$  согласно картам 78-87 [9] равен 0,78 мин.;  $K_{п} = 1,2$  согласно карте 90, то:

$$T_{ш} = (23,86 \cdot 15,3 + 0,78) \cdot 1,2 = 439_{мин} = 7,32 ч.$$

В предлагаемом технологическом процессе время сборки сокращается за счет использования приспособления ФЮРА 000001.081.00.000 СБ

Проведем расчет норм времени для предлагаемого и базового технологического процесса, результаты сведем в таблицу 3.9.

Таблица 3.9 - Нормы времени на изготовление основания

№ опер.	Наименование операции	T <sub>шт</sub> , мин
1	2	3
005	Комплектование	Учтено в сб. опер.
010	Сборочная	70,8
015	Сварка	67,4
020	Контроль	-
025	Сборочная	136,6
030	Сварка	924,3
035	Контроль	-
040	Контроль	70,6
045	Сварка	725,1
050	Слесарная	-
055	Контроль	-
060	Сборочная	102
065	Сварка	1445,5
070	Контроль	-
075	Сборочная	85,2
080	Сварка	1189,2
085	Контроль	-
090	Сборочная	80,4
095	Сварка	894,6
100	Слесарная	280,8
105	Контроль	-
110	Контроль ЦЗЛ	-
115	Мехобработка	По отд. ТП

Продолжение Таблицы 3.9

120	Сборочная	3,6
125	Сварка	18
130	Слесарная	2,4
135	Контроль	-
	Итого	6135

### 3.9 Материальное нормирование

Для примера определим норму расхода сварочной проволоки и защитного газа согласно операции 030 технологического процесса сборки и сварки основания.

Исходные данные:

шов №6 ГОСТ 14771-76-T1-K15;

длина шва – 15,3 мм;

марки сталей: 14ХГ2САФД и 30ХГСА;

площадь поперечного сечения наплавленного металла шва  $F=130$  мм;

Норма расхода сварочной проволоки на изготовление сварной конструкции определяется формуле [12]:

$$H_э = G_э \cdot L_{ш} ; \quad (3.20)$$

$$H_э = 1,07 \cdot 15,3 = 16,4 \text{ кг. ;}$$

Удельную норму расхода  $G_э$  (кг/м) в общем виде рассчитывают по формуле :

$$G_э = k_p \cdot m_{ш} ; \quad (3.21)$$

$$G_э = 1,05 \cdot 1,02 = 1,07 \text{ кг/м.}$$

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

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

Массу наплавленного металла  $m_{ш}$  (кг/м) рассчитывают по формуле

$$m_{ш} = \rho \cdot F_{ш} \quad (3.22)$$

$$m_{ш} = 7810 \cdot 0,00013 = 1,02 \text{ кг/м}$$

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

$F_n$  - площадь поперечного сечения наплавленного металла шва.

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

$$N_{\Gamma} = Q_{\Gamma} \cdot L_{ш} + Q_{пз}; \quad (3.23)$$

$$N_{\Gamma} = 3,32 \cdot 15,3 + 0,1 = 50,9 \text{ л}$$

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

$L_{ш}$  - длина шва, м;

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

защиту сварочной ванны от окисления после окончания сварки (заварку кратера). Удельная норма расхода газа  $Q_{\Gamma}$  (л) определяется по формуле 6:

$$Q_{\Gamma} = q_{\Gamma} \cdot t_o; \quad (3.24)$$

$$Q_{\Gamma} = 0,213 \cdot 15,6 = 3,32 \text{ л.}$$

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

$$q_{\Gamma} = 3,3 \cdot 10^{-3} I_c^{0,75} \quad (3.25)$$

$$q_{\Gamma} = 3,3 \cdot 10^{-3} I_c^{0,75} = 3,3 \cdot 10^{-3} 260^{0,75} = 0,213 \text{ л/мин} = 12,8 \text{ л/ч.}$$

$t_o$  - основное (машинное) время сварки 1 м шва, мин. Для расчета величина  $t_o$  может быть взята из нормативов времени на сварку в среде защитных газов. Основное время при сварке плавящимся электродом можно определить по формуле 7:

$$t_o = (m_{ш} \cdot 60 \cdot 10^3) / (\alpha_n \cdot I_{св}) \quad (3.26)$$

$$t_o = \frac{1,02 \cdot 60 \cdot 10^3}{15 \cdot 260} = 15,6 \text{ мин.}$$

$\alpha_n$  - коэффициент наплавки для сварочной проволоки Св-08Г2С при механизированной сварке легированных сталей в среде  $Ar + CO_2$  составляет  $\alpha_n = 15$  г/(А·ч)

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

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



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

$$Q_{пз} = q_{г} \cdot t_{пз} ; \quad (3.27)$$

$$Q_{пз} = 0,213 \cdot 0,05 = 0,01 \text{ л.}$$

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

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

## 4 Конструкторский раздел

### 4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений

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

В предлагаемом технологическом процессе используется приспособление ФЮРА.000001.038.00.000 СБ которое состоит из основания, на которой добавлены упоры под размер изделия, для прижима нижних листов к приспособлению применяем механические прижимы, для предотвращения перемещения деталей фиксируем в нужном положении пневматическими прижимами, а также используем технологические валы и распорки приспособления, которые позволяют отказаться от прихваток технологических распорок.

### 4.2 Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений

Закрепление свариваемого изделия в сварочном кантователе осуществляется пневматическими прижимами, которые входят в состав приспособления (см. графическую часть проекта ФЮРА.000001.038.00.000

Пневматические прижимы - применяются в крупносерийном, серийном и массовых производствах. Главное отличие пневматического зажимного устройства от механического аналога — это наличие привода, то есть пневматического цилиндра двухстороннего действия двустороннего действия, в который

при зажатии или высвобождении детали подаётся сжатый воздух. Преимущества пневматических устройств состоит в следующем: освобождение от многократной операции закрепления детали при сборке, возможность подключения в одну цепь сразу нескольких устройств пневматических прижимов и возможность управления ими с одного места, обладание большой величиной угла раскрытия, прижимы обладают простотой конструкции, а следовательно имеют низкую стоимость и быструю окупаемость, весьма значительный срок службы, высокую скорость перемещения выходных звеньев пневматических устройств.

Одним из главных преимуществ пневматических зажимных устройств является обладание значительной упругостью, при которой происходит компенсация деформаций свариваемых изделий [14].

Диаметр для горизонтально расположенных пневмоцилиндров определяется по формуле [15]:

$$D = 1,3 \sqrt{\frac{P}{x p_M (1 - k_{тр})}} \quad (4.1)$$

где P- заданное усилие при зажиме, Н;

$p_M$ - минимальное абсолютное давление в магистрали или на выходе редукционного клапана,  $p_M=0,9$  Мпа;

x- безразмерный параметр нагрузки;  $x=0,4$ ;

$k_{тр}$  - коэффициент, учитывающий потери на трение в пневмоцилиндре,  $k_{тр}=0,1$

Заданное усилие прижима определяется по формуле:

$$P = 4 \cdot F, \quad (4.2)$$

$$F = m \cdot a, \quad (4.3)$$

где

m- масса изделия, кг ( 1500 кг);

a- ускорение свободного падения,  $a= 9,8$  м/с<sup>2</sup>

Находим усилие заданного прижима:

$$F=1500 \cdot 9,8=14700 ,$$

$$P=4 \cdot 14700=58800 \text{ Н,}$$

Находим диаметр для горизонтально расположенных пневмоцилиндров:

$$D = 1,3 \sqrt{\frac{14700}{0,4 \times 0,9(1-0,1)}} = 276 \text{ мм.} \quad (4.4)$$

Диаметр пневмоцилиндра округляем до ближайшего большего значения

Исходя из ГОСТ 15608- 81 \*Е. Принимаем  $D= 320$  мм.

Усилие на штоке находим по формуле [15]:

$$N = p \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \eta \quad (4.5)$$

где  $p$  – давление воздуха в пневмоцилиндре (0,4 МПа);

$D$  – диаметр поршня, мм;

$\eta$  – коэффициент использования сжатого воздуха (0,8).

Определим усилие на штоке:

$$N = 0,4 \cdot \frac{3,14 \cdot 320^2}{4} \cdot 0,8 = 25722,88 \text{ Н.}$$

Исходя из ГОСТ 15608- 81 \*Е округляем до ближайшего большего значения.

Принимаем  $N= 28000$  Н[15].

Общая масса изделия 1500 кг. Следовательно, для удержания конструкции и её прижатия необходимо не менее двух пневматических прижимов. Применение четырёх пневматических прижимов гарантирует безопасную работу.

#### 4.3 Работа сборочно-сварочных приспособлений

Приспособление ФЮРА.000001.038.00.000 СБ предназначено для сборки и сварки основания. Приспособление состоит из основания, четырех пневмоцилиндров и четырех механических прижимов, валов и технологических распорок приспособления. Для закрепления к приспособлению листа нижнего поз. 4 используем механические прижимы № 7. После между листами поз.4 устанавливаем технологическую распорку №1. Далее устанавливаем носок поз. 12;13, листы задние поз.16;17 и опоры поз.75 по месту. После производят прихватку и сварку

механизированной сваркой в защитных газах. Далее устанавливаются прогоны внутренние поз. 6;7 и два прогона наружных поз.5, после устанавливаем валы технологические №3, №4, №5 и технологическую распорку №2. После устанавливаем портал передний поз. 1 и фиксируем все пневмоцилиндрами №6.

## 5 Проектирование участка сборки-сварки

### 5.1 Состав сборочно-сварочного цеха

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

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

Производственные отделения. Заготовительное отделение включает производственные участки: правки и наметки металла, резки, станочной обработки, слесарно-механический и очистки металла. Сборочно-сварочное отделение, подразделяющееся на узловую и общую сборку-сварку, с производственными участками сборки, сварки, термообработки, механической обработки, испытания готовой продукции и исправления пороков, нанесения поверхностных покрытий и отделки продукции. Участки механической обработки, нанесения покрытий и отделки продукции не входят в состав проектируемого сборочно-сварочного цеха, если сваренные в нем конструкции подлежат передаче в механосборочный цех для монтажа механизмов, окончательной сборки, отделки и выпуска изделий завода [16].

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

Мастерские: изготовления шаблонов, ремонтная, электромеханическая и другое. Отделения: электромашинное, ацетилено-компрессорное. Цеховые трансформаторные подстанции.

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

## 5.2 Расчет основных элементов производства

К основным элементам производства относятся рабочие, ИТР, контролеры, оборудование, материалы и энергетические затраты [16].

### 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,  $N = 200$  шт.;

$T$  – длительность одной операции, мин.

– для операций 010-0135:

$$T_r = 200 \cdot \frac{70,8 + 67,4 + 136,6 + 924,3 + 70,6 + 725,1 + 102 + 1445,5 + 85,2 + 1189,2 + 80,4}{60} + \frac{894,6 + 280,8 + 3,6 + 18 + 2,4}{60} = 20450 \text{ ч.},$$

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

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

$$n_p = \frac{20450}{3754} = 5.44,$$

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

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p'} = \frac{6}{5.44} = 0,89\%.$$

### 5.2.2 Определение состава и численности рабочих

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

$$\Sigma T_r = 20450 \text{ ч.}$$

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

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

Определим количество рабочих явочных:

$$P_{\text{яв}} = \frac{T_r}{\Phi_H} = \frac{20450}{1976} = 10.4, \quad (5.3)$$

Примем число сварщиков равным  $P_{\text{яв}} = 12$ . В первую смену работает 6 человек, а во вторую смену работает 6 человек.

Определим количество рабочих списочных:

$$P_{\text{сп}} = \frac{T_r}{\Phi_d} = \frac{20450}{1734} = 11.7, \quad (5.4)$$

Примем число сварщиков равным  $P_{\text{сп}} = 12$ .

Вспомогательных рабочих (30% от количества основных рабочих) – 5;

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

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

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

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



## 5.3 Пространственное расположение производственного процесса

### 5.3.1 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 [16].

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-контторские и бытовые помещения: контора цеха, гардероб, уборные, умывальные, душевые, буфет, комната для отдыха и

приема пищи, медпункт [17].

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.

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

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

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

## 6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

### 6.1 Сравнительный экономический анализ вариантов

Экономическая часть предназначена для экономической оценки производственного процесса.

Разработка технологического процесса изготовления основания МКЮ.2У.75.08 допускает различные варианты решения.

Существует базовый вариант изготовления основания, который используется на ООО «Юргинский машзавод».

При замене базового варианта технологического процесса сборки и сварки на новый, необходимо обосновать экономическую эффективность, достигнутую при внедрении предлагаемого варианта.

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

Показатель приведенных затрат – обобщающий показатель. В нем находят отражение большинство достоинств и недостатков каждого из сравниваемых вариантов технологического процесса.

Определение приведенных затрат производят по формуле [18]:

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

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

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

$K$  - капиталовложения, руб/ед.год.

В предлагаемом технологическом процессе применим сборочно-сварочные приспособление.

Проведем технико-экономический анализ предлагаемого варианта.

### 6.1.1 Расчет необходимого количества производственного оборудования

Необходимое количество оборудования определяем по формуле [19]:

$$C_p = N_z \cdot T_{ш} / F_d, \quad (6.2)$$

где  $N_z$ —годовая программа выпуска изделия,  $N_z=200$  шт.;

$T_{ш}$ —норма штучного времени на изготовления изделия, ч.;

$F_d$ —действительный годовой фонд работы оборудования, ч.;

$F_d=3760$  ч [11].

Определяем необходимое количество производственного оборудования. Определение количества оборудования осуществляем путем округления расчетного количества оборудования  $C_p$  до целого числа в большую сторону.

Коэффициент загрузки оборудования определяем по формуле [19]

$$K_z = C_p / C_n \cdot 100\%, \quad (6.3)$$

где  $C_p$  - расчетное количество оборудования, шт.;

$C_n$  - принятое количество оборудования, шт.

Определим требуемое количество сварочного оборудования:

$$C_p = \frac{200 \cdot 6135}{3760 \cdot 60} = 5.44 .$$

Для обеспечения каждого рабочего места сварочным оборудованием, принимаем количество оборудования равное  $C_p=6$

Далее определим коэффициент загрузки

$$K_z = 5.44 / 6 \cdot 100\% = 89\% .$$

Аналогично определяем необходимое количество остального оборудования для базового технологического процесса изготовления изделия и результаты расчетов сводим в таблицу 6.1.

Таблица 6.1 - Количество оснастки и оборудования необходимого для изготовления изделия и коэффициент их загрузки

Номер	Наименование	$T_{ш}$	$C_p$	$C$	
Базовый технологический процесс					
010-055	Приспособление ФЮРА.000001.038.0 0.000 СБ	1994,8	1,64	2	83
060-075	Манипулятор сварочный	1556,5	1,3	2	68
080-135	Плита сборочная	2554,2	1,76	2	89

Определяем необходимое количество сварочного оборудования и данные расчета сводим в таблицу 6.2.

Таблица 6.2 - Количество сварочного оборудования, необходимого для изготовления изделия и коэффициент его загрузки

Технологический процесс	$C_{п}$ , шт	$K_{зо}$
Базовый	6	89

### 6.1.2 Расчет численности производственных рабочих

Состав, рабочих в сборочно-сварочном цехе, подразделяется на группы:

- а) основные производственные рабочие;
- б) вспомогательные рабочие;
- в) инженерно-технические работники (ИТР);
- г) младший обслуживающий персонал (МОП).

Общее, требуемое для участка списочное и явочное количество производственных рабочих, определяется по формулам:

$$K_3 = \frac{T_{ш} \cdot N_z}{F_0} = \frac{6135 \cdot 200}{1876 \cdot 60} = 10,9, \quad (6.4)$$

$$K_3 = \frac{T_{ш} \cdot N_z}{F_n} = \frac{6135 \cdot 200}{1975 \cdot 60} = 10,3, \quad (6.5)$$

где  $F_n$ —номинальный фонд времени рабочих,  $F_n=1975$  ч. [20];

$F_d$ —действительный фонд времени рабочих,  $F_d=1876$  ч. [20];

$R_{яв}$  и  $R_{сп}$ —расчетные значения соответственно явочного и списочного состава производственных рабочих, результаты заносим в таблицу 6.3.:

Остальные категории работников рассчитываем в процентном соотношении от списочного количества рабочих:

- а) вспомогательные рабочие -25% от количества основных рабочих[21];
- б) ИТР - 8% от суммы основных и вспомогательных рабочих [21];
- в) младший обслуживающий персонал (МОП) - 2% от суммы основных и вспомогательных рабочих [21];
- г) контролеры качества продукции - 1% от суммы основных и вспомогательных рабочих [21].

Таблица 6.3 - Количество рабочих на участке

Вариант технологического процесса	Базовый
Трудоемкость $T_{ш}$ , мин.	6135
Расчетное/принятое списочное число основных рабочих $R_{сп}$ и $R_n$ , чел.	10,9/12
Расчетное/принятое явочное число основных рабочих $R_{яв}$ и $R_n$ , чел.	10,3/12
Расчетное/принятое число вспомогательных рабочих $R_{яв}$ и $R_n$ , чел.	5
Расчетная/принятая численность ИТР, чел.	0,88/1
Расчетная/принятая численность МОП, чел.	0,4/1
Расчетная/принятая численность контролеров, чел.	0,14/1

Определяем коэффициент сменности по формуле [21]:

$$k_p = P_{яв} / P_{яв1} \quad (6.6)$$

где,

$P_{яв1}$  – число рабочих в первую смену, чел.

Для базового технологического процесса:

$$k_p = 12/6 = 2.$$

### 6.1.3 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

Капитальные вложения в оборудование определяем по формуле [22]:

$$K_o = C_o \cdot (1 + \sigma_m) \cdot C_{п}, \text{ руб./ед.год}, \quad (6.7)$$

где  $C_o$  – оптовая цена единицы оборудования, руб./ед.

$\sigma_m$  – коэффициент, учитывающий затраты на монтаж и транспортно-заготовительные расходы. Принимаем  $\sigma_m = 0,10$ ;

$C_{п}$  – принятое количество оборудования.

Для предлагаемого  $C_{п} = 6$  ед.

$N_{Г}$  – годовая программа производства изделий,  $N_{Г} = 200$  шт.

Цены на оборудование сводятся в таблицу 6.4 и 6.5.

Таблица 6.4 - Оптовые цены на сварочное оборудование

Наименование оборудования		Ц <sub>о</sub> , руб
Сварог ТЕСН MIG 5000 (N221)	1 шт.	228960

Таблица 6.5 - Капитальные вложения в сварочное оборудование

Наименование оборудования		К <sub>о</sub> , руб/ед. год
Сварог ТЕСН MIG 5000 (N221)	6 шт.	1373760

Капитальные вложения в приспособления определяем по формуле [22]:

$$K_{пр} = C_{пр} \cdot C_{п}, \quad (6.8)$$

где  $C_{пр}$  - цена единицы приспособления, руб. Берется с учетом поправочного коэффициента.

$C_{п}$  - принятое количество приспособлений, занятое выполнением, соответствующей операции.

Капитальные вложения в приспособления указаны в таблице 6.6.

Таблица 6.6- Капитальные вложения в приспособления

Наименование оборудования	$C_{пр}$ , Руб	Базовый технологический процесс	
		$C_{п}$ , шт	$K_{пр}$ ,руб/ед.год
Приспособление сварочное ФЮРА.000001.038.00.000 СБ	126522	2	253044
Плита сварочная	184500	2	369000
Манипулятор сварочный МС-30	159693	2	2319386
ИТОГО			2941430

6.1.4 Определение удельных капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями

Удельные капитальные вложения в здание определяется по формуле [22]:

$$K_{зод} = S_{oi} \cdot h \cdot k_B \cdot C_{зд}, \text{ руб.}, \quad (9.9)$$

где  $S_{oi}$  - площадь, занимаемая единицей оборудования, м<sup>2</sup>/ед.

Для базового и предполагаемого техпроцесса:  $S=187,5 \text{ м}^2$ .

$h$  - высота производственного здания, м,  $h = 12 \text{ м}$  [22];

$k_B$  - 1,75...3,00 - коэффициент, учитывающий вспомогательную площадь проходов, проездов и хранения деталей (меньшие значения относятся к крупногабаритным изделиям);

$C_{зд}$  - стоимость 1м<sup>3</sup> здания на 01.01.2020 для цеха № 14 составляет,  $C_{зд}=94$



руб/мЗ.

Определяем удельные капитальные вложения в здание, и результаты заносим в таблицу 6.7.

Таблица 6.7 - Капитальные вложения в здание, занимаемое оборудованием

Наименование оборудования	К <sub>здо</sub> , руб./ед.год.
Базовый технологический процесс	
Сварог ТЕСН MIG 5000 (N221)	223000

### 6.1.5 Определение затрат на основной материал

Затраты на основной материал определяем по формуле [22]:

$$C_M = m_M \cdot k_{т.-з.} \cdot C_M, \text{ руб./изд.}, \quad (6.10)$$

где  $m_M$  - расход материала на одно изделие,

$C_M$  - средняя оптовая цена стали 14ХГ2САФД, 10ХСНД, 30ХГСФЛ на 01.01.2020 руб./кг.;

$k_{т.-з.}$  - коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении материалов  $k_{т.-з.}=1,04$  [7];

Для стали 14ХГ2САФДЦ  $m = 40,63$  руб./кг, при  $m_m = 1810 \cdot 1,3 = 2353$  кг.

Для стали 30ХГСФЛЦ  $m = 32,84$  руб./кг, при  $m_m = 119 \cdot 1,3 = 154,7$  кг.

Для стали 10ХСНДЦ  $m = 56,70$  руб./кг, при  $m_m = 81 \cdot 1,3 = 105,3$  кг.

$$C_M = [(2353 \cdot 40,63) + (154,7 \cdot 32,84) + (105,3 \cdot 56,70)] \cdot 1,04 = 110901,68 \text{ руб/изд}$$

### 6.1.6 Определение затрат на вспомогательные материалы

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле [22]:

$$C_{п.с} = g_{п.с} \cdot k_{р.п.с.} \cdot C_{п.с}, \text{ руб/изд.} \quad (6.11)$$

где  $g_{п.с.}$  - масса наплавленного металла электродной проволоки для базового и предполагаемого техпроцесса, для Св-08Г2С  $g_{п.с.} = 86,32$  кг, Св-08ГСМТ  $g_{п.с.} = 80,4$  кг;

$k_{р.п.с.}$  - коэффициент, учитывающий расход сварочной проволоки (электрода) [17],  $k_{р.п.с.} = 1,02$  (1,6);

$\text{Ц}_{п.с} = 116,53$  руб/кг – стоимость сварочной проволоки Св-08ГСМТ руб/кг.

$\text{Ц}_{п.с} = 77,44$  руб/кг – стоимость сварочной проволоки Св-08Г2С руб/кг

Для предлагаемого техпроцесса:

$$\text{Сп.с.} = 80,4 \cdot 1,02 \cdot 116,53 = 9556,39 \text{ руб,}$$

$$\text{Сп.с.} = 86,32 \cdot 1,02 \cdot 77,44 = 6818,31 \text{ руб}$$

Затраты на защитную смесь определяем по формуле [22]:

$$\text{С}_{з.г.} = g_{з.г.} \cdot \text{Ц}_{г.з.}, \text{ руб./изд.} \quad (6.12)$$

где  $g_{з.г.}$  – расход защитного газа, м<sup>3</sup>/ч. для базового,  $g_{з.г.} = 0,84$  м<sup>3</sup>/ч;

$\text{Ц}_{г.з.}$  – стоимость защитного газа, руб./м<sup>3</sup>,  $\text{Ц}_{г.з.} = 51,17$  руб./м<sup>3</sup>;

Для базового технологического процесса:

$$\text{С}_{з. г.} = 0,84 \cdot 1,15 \cdot 51,17 \cdot 25,7 = 1270,3 \text{ руб/изд.}$$

#### 6.1.7 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле:

$$\text{С}_{з.п.сд} = (\text{Т}_с \cdot \Sigma \text{Т}_ш) \cdot \text{К}_д \cdot \text{К}_{пр} \cdot \text{К}_р \cdot [1 + (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4) / 100], \quad (6.13)$$

где  $\text{Т}_с$  – тарифная ставка на 01.01.2020, руб.,  $\text{Т}_с = 43,62$  руб.;

$\text{К}_д$  – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату,

$\text{К}_д = 1,15$ ;

$\text{К}_{пр}$  – коэффициент, учитывающий процент премии,  $\text{К}_{пр} = 1,5$ ;

$\text{К}_р$  – районный коэффициент,  $\text{К}_р = 1,3$ ;

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

Заработная плата основных производственных рабочих по предлагаемому технологическому процессу:

$$C_{з.п.сд}=(43,62 \cdot 89,14) \cdot 1,2 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot (1+32,8/100) = 3075,32 \text{ руб/изд.}$$

### 6.1.8 Определение затрат на силовую электроэнергию

В основу расчета норматива затрат на силовую электроэнергию положена [17]:

$$C_{э.с.} = (N_y \cdot K_N \cdot K_{вр} \cdot K_{од} \cdot K_{\omega} / \eta) \cdot C_{э} \cdot T_o / 60, \quad (6.14)$$

где  $N_y$  - установочная мощность источника питания сварочной дуги, кВт,

$K_N$  и  $K_{вр}$  - средние коэффициенты загрузки источника питания по мощности и по времени,  $K_N = 0,7$  и  $K_{вр} = 0,8$ ,

$K_{од}$  - средний коэффициент одновременной работы,  $K_{од} = 1$ ,

$K_{\omega}$  - коэффициент потерь электроэнергии в сети завода,  $K_{\omega} = 1,08$ ,

$\eta$  - КПД оборудования. Для базового технологического процесса,  $\eta = 0,90$

$C_{э}$  - средняя стоимость электроэнергии по данным ООО «Юргинский маш завод»,  $C_{э} = 3,43$  руб.

Затраты на электроэнергию по предлагаемому технологическому процессу:

$$C_{э.с.} = (8 \cdot 0,7 \cdot 0,3 \cdot 1 \cdot 1,08 / 0,90) \cdot 3,43 \cdot 5348,4 / 60 = 616,33 \text{ руб.}$$

### 6.1.9 Определение затрат на амортизацию оборудования

Определяются по формуле [22]:

$$C_{ао} = [C_o \cdot (1 + \sigma_m) \cdot a_p \cdot \Sigma T_{шк}] / [100 \cdot F_d \cdot K_{зо} \cdot K_{вн} \cdot 60 \cdot N_r], \quad (6.15)$$

где  $a_p$  - норма годовых амортизационных отчислений на восстановление оборудования, % ,

$K_{зо}$  - коэффициент, учитывающий нормативную нагрузку оборудования.

Принимаем  $K_{зо} = 0,85$ .

$K_{вн}$  - коэффициент, учитывающий выполнение норм выработки.  $K_{вн} = 1,2$ .

$N_r$  - годовая программа производства изделий шт.,  $N_r = 200$  шт.

Амортизация оборудования приведена в таблице 6.8.

Таблица 6.8– Амортизация оборудования

Наименование оборудования	Вариант технологического процесса	
	Базовый	
	а <sub>р</sub> , %	С <sub>ао</sub> , руб/ед.год.
Сварог ТЕСН MIG 5000 (N221)	19,4	1825

#### 6.1.10 Определение затрат на амортизацию приспособления

Затраты на амортизацию приспособлений определяются по формуле [22]:

$$C_{a.п} = [C_{пр} \cdot (1 + \sigma_m) - C_{рл}] \cdot C_{п} / T_{пог} \cdot N_{г}, \quad (6.16)$$

где  $C_{рл}$ -выручка от реализации выбывших из эксплуатации приспособления, руб/ед, составляет 2%.

$T_{пог}$  - период погашения стоимости приспособлений, лет.  $T_{пог} = 5$  лет. Результаты расчетов сводим в таблицу 6.9

Таблица 6.9– Затраты на амортизацию приспособлений

Наименование оборудования	C <sub>пр</sub> , руб C <sub>рл</sub> , руб	Предлагаемый технологический процесс	
		C <sub>п</sub> , шт.	C <sub>ап</sub> , руб/ед. год
Плита сборочно-сварочная	184500 3690	2	482

Продолжение Таблицы 6.9

Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.038.00.000 СБ	126522 2530,44	2	346
Манипулятор сварочный МС-30	1159693 23193,86	2	3092
ИТОГО			3920

6.1.11 Определение затрат на ремонт оборудования

Затраты на ремонт оборудования определяем по формуле [22]:

$$C_p = [(R_m \cdot \omega_m + R_{\text{Э}} \cdot \omega_{\text{Э}}) / T_{\text{рц}}] \cdot \Sigma T_{\text{шк}} / (K_{\text{вн}} \cdot 60 \cdot N_{\text{Г}}), \text{ руб.изд.} \quad (6.17)$$

где  $R_m$   $R_{\text{Э}}$  - группа ремонтной сложности единицы оборудования соответственно: механической и электрической части  $R_m = 3$

$\omega$  - затраты на все виды ремонта;

$T_{\text{рц}}$  - длительность ремонтного цикла,  $T_{\text{рц}} = 8000$ ч.

Определение затраты на ремонт сводятся в таблицу 6.10.

Таблица 6.10 - Затраты на ремонт оборудования

Наименование оборудования	$R_{\text{Э}}$	$\omega_{\text{Э}}$	T, ч	$C_p$ , руб/год.
Базовый технологический процесс				
Сварог ТЕСН MIG 5000 (N221)	8	3842	89,2	281

6.1.12 Определение затрат на содержание здания

Определение затрат на содержание здания определяется по формуле

$$C_{\text{зд.}} = (S \cdot C_{\text{ср.зд}}) / N_{\text{Г}}, \quad (6.18)$$

где S – площадь сварочного участка, м<sup>2</sup>;

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

Затраты на содержание здания по базовому технологическому процессу:

$$C_{зд.} = (187,5 \cdot 250) / 200 = 318,8 \text{ руб/изд.}$$

## 6.2 Расчет технико-экономической эффективности

Определим количество приведенных затрат по формуле:

$$Z_{п} = C + \acute{\epsilon}_{н} \cdot K, \quad (6.19)$$

где  $C$  - себестоимость единицы продукции, руб./ед.,

$\acute{\epsilon}_{н}$  - норма эффективности дополнительных капитальных затрат,

$\acute{\epsilon}_{н} = 0,15$  (руб./ед)/руб. [22].

$K$  - капитальные вложения, руб./ ед. год.

Себестоимость единицы продукции определяется по формуле:

$$C = N_{Г} \cdot (C_{м} + C_{в.м.} + C_{зп.сд.} + C_{эс} + C_{возд} + C_{а} + C_{р} + C_{зд.}), \quad (6.20)$$

где  $C_{м}$  - затраты на основной материал, руб.;

$C_{в.м.}$  - затраты на вспомогательные материалы, руб.;

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

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

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

$C_{а}$  - затраты на амортизацию оборудования и приспособлений, руб.;

$C_{р}$  - затраты на ремонт оборудования, руб.;

$C_{зд.}$  - затраты на содержание помещения, руб.

Капитальные вложения находим по формуле:

$$K = K_{о} + K_{пр} + K_{здо.} \quad (6.21)$$

Определим количество приведенных затрат по базовому технологическому процессу:

$$K = 1373760 + 2941430 + 423000 = 4738190 \text{ руб/изд.}$$

$$C = 200 \cdot (110901,68 + 9556,39 + 6818,31 + 1270,3 + 3075,32 + 613,33 + 3920 + 1825 + 318,$$

$$8+281)= 27716026 \text{ руб./изд.}$$

$$Z_{\text{п}}=27716026+0,15 \cdot 4738190 =28426754 \text{ руб/изд.}$$

В ходе выполнения работы по разделу ФМРиР был выполнен расчет капитальных вложений в оборудование и приспособление, был выполнен расчет затрат на основные и вспомогательные материалы, на силовую электроэнергию, была рассчитана заработная плата работников предприятия с их социальными доходами.

При данной годовой программе выпуска (200 шт.) изделия основания и разработанном производственном процессе: себестоимость изделия составляет 28426754 руб.

### 6.3 Основные технико-экономические показатели участка

1	Годовая производственная программа, шт	200
2	Средний коэффициент загрузки оборудования	89
3	Производственная площадь участка, м <sup>2</sup>	187,5
4	Количество оборудования, шт	6
5	Списочное количество рабочих, чел.	12
6	Явочное количество рабочих, чел	12
7	Количество рабочих в первую смену, чел	4
8	Количество вспомогательных рабочих, чел	5
9	Количество ИТР, чел	1
10	Количество МОП, чел	1
11	Количество контролеров, чел	1
12	Разряд основных производственных рабочих, чел	4

## 7 Социальная ответственность

### 7.1 Описание рабочего места

На участке производится изготовление основания механизированной крепи. При изготовлении основания выполняются следующие операции: сборка, сварка механизированная в смеси газа Ar + CO<sub>2</sub>, слесарные операции.

При изготовлении основания на участке используется оборудование:

- |   |      |
|---|------|
| а) полуавтомат Сварог TECH MIG 5000 (N221). | 6шт. |
| б) приспособления ФЮРА.000001.038.00.000 СБ | 2шт. |
| в) манипулятор сварочный МС-30              | 2шт. |
| г) плита сборочная                          | 2шт. |

Перемещение изделия производится краном мостовым и кран-балкой.

Участок находится в цехе, имеет одну капитальную стену, с другой стороны расположен проход шириной 2м для перемещения рабочих. Оконные проемы в количестве 4шт. Стены из железобетонных блоков, окрашены в бежевый цвет.

Завоз деталей и вывоз готовой продукции производится через ворота в количестве 2шт. автомобильным транспортом, также имеется железнодорожные пути, давая возможность вывоза и ввоз грузов железнодорожным транспортом. Вход в цех и выход из него осуществляется через 2 двери.

В целях пожарной безопасности цех оснащен запасным выходом и системой пожарной сигнализации. Все работы выполняются на участке площадью S=187,5м<sup>2</sup>.

### 7.2 Законодательные и нормативные документы

В данной работе использованы:

- а) ГОСТ 2310 – 77 «Молотки слесарные. Технические условия»;



- б) ГОСТ Р 54578 – 2011 «Воздух рабочей зоны. Аэрозоли преимущественно фиброгенного воздействия»;
- в) «Санитарные нормы ультрафиолетового излучения в производственных помещениях» (утвержден Главным государственным санитарным врачом СССР 23 февраля 1988 г. №4557 – 88);
- г) СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96 «Шум на рабочих местах, в жилых помещениях, общественных зданиях и на территории жилой застройки»;
- д) ГОСТ 12.2.003 – 91 «Оборудование производственное. Общие требования безопасности»;
- е) ГОСТ 12.1.012 – 2004 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования»;
- ж) СН 2.2.4/2.1.8.556 – 96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий»;
- и) ФЗ «Об основах охраны труда в РФ» от 17.07.1999 г. (номер 181 - ФЗ);
- к) СНиП 2.09.03 – 85 «Сооружения промышленных предприятий»;
- л) СП 1009 – 73 «Санитарные правила при сварке, наплавке и резке металлов»;
- м) ТУ 8572 – 017 – 00302190 – 93 «Костюмы мужские для сварщиков, защищающие от искр, брызг расплавленного металла»;
- н) ГОСТ 12.4.010 – 75 СИЗ «Рукавицы специальные»;
- п) ГОСТ 12.4.002 – 97 ССБТ «Средства индивидуальной защиты рук от вибрации»;
- р) СНиП 23 – 05 – 95 «Естественное и искусственное освещение»;
- с) СНиП 2.04.02 – 84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения»;
- т) ФЗ №66 «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного характера» от 21.12.94 г.;
- у) ГОСТ 12.4.009 – 83 «Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды, размещение и обслуживание»;
- ф) СНиП 21 – 01 – 97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений»;

ц) СНиП 31 – 03 – 2001 «Производственные здания».

ч) ГОСТ 30873.4 «Определение параметров вибрационной характеристики ручных машин и с ручным управлением»

### 7.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны

Данный фактор определяется и регламентируется ГОСТ Р 54578-2011 «Воздух рабочей зоны. Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия. Общие принципы гигиенического контроля и оценки воздействия».

При сварке в зону дыхания работающих могут поступать сварочные аэрозоли, содержащие в составе твёрдой фазы окислы различных металлов (марганца, хрома, никеля, меди, алюминия, железа и др.), их оксиды и другие соединения, а также токсичные газы (окись углерода, озон, фтористый водород, окислы азота и т.д.)[23].

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.

Источником выделения вредных веществ также может быть краска, грунт или покрытие, находящиеся на кромках свариваемых деталей и попадающие в зону сварки. Для уменьшения выделения вредных веществ поверхности свариваемых деталей должны при необходимости зачищаться от грунта и покрытия по ширине не менее 20 мм от места сварки.[23]

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

должна быть  $0,2 \div 0,5$  метров в секунду.

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

Согласно требований СП 1009-73 «Санитарные правила при сварке, наплавке и резке металлов» многопролетных зданиях с целью предотвращения перетекания сварочного аэрозоля в помещения, где сварка не производится, пролеты вдоль линии раздела должны иметь перегородки, не достигающие до уровня пола на 2,5 м. При работе, связанной с применением защитных газов, обшивка по всему периметру не должна доходить до пола на расстояние 300 мм.

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

Тепловые излучения (инфракрасное и ультрафиолетовое излучение).

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

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

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

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

слоях кожи.

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

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

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

#### Шум

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

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

Источниками шума на участке сборки и сварки основания являются: сварочный полуавтомат Сварог ТЕСН MIG 5000 (N221); сварочная дуга; слесарный инструмент; работа электродвигателя кран – балки. На проектируемом участке уровень шума составляет 65...80 дБ при норме 85 дБ.

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

На данном участке используем виброизолирующие основания серии 3.901.1-17 для защиты от шума вентиляционного оборудования, вентиляторы

установлены в отдельные звукоизолирующие помещения, вынесенные за пределы цеха.

### Вибрация

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

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

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

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

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

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

## Движущиеся механизмы

На участке применяются: кран-балка (грузоподъемностью 2,0 т·с), автотранспорт, то есть имеется опасность нанесения вреда человеку движущимися и вращающимися частями машин.

Опасность представляют грузы, перемещаемые с помощью стропа.

В качестве защиты необходимо проводить регулярный инструктаж рабочих по технике безопасности, все движущиеся механизмы должны быть аттестованы.

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

При эксплуатации шлифовальной машины – защитный кожух на шлифовальном круге.

## 7.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

### Электрический ток.

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

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

Сопротивление заземляющих устройств не должно превышать 4 Ом.[24]

Термические ожоги.

Термические ожоги возникают вследствие непосредственного контакта с раскаленным металлом сварочной ванны, электрической дугой и пламенем газовой горелки. Для предотвращения термических ожогов кожного покрова необходимо использовать индивидуальные средства защиты.

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

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

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

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

Пожаровзрывобезопасность.

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

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

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

Таблица 7.1 – Средства индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке

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

#### 7.5 Обеспечение требуемого освещения на участке

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

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

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

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



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

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

Световой поток светильников определяем по формуле [25]:

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

где  $E$  – заданная минимальная освещённость, Лк;

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

$S$  – освещаемая площадь,  $S = 187,5 \text{ м}^2$ ;

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

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

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

Выразим величину  $N$  (количество светильников) из формулы (8.1):

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

Тогда:

$$N = \frac{500 \cdot 1,8 \cdot 187,5 \cdot 1,2}{33000 \cdot 0,48} = 15,98 \text{ шт.}$$

Увеличиваем количество светильников до  $N = 16 \text{ шт.}$

## 7.6 Охрана окружающей среды

Для очистки выбросов в атмосферу, производящихся на участке сборки и сварки, достаточно производить улавливание аэрозолей и газообразных примесей из загрязнённого воздуха. Установка для улавливания аэрозолей и пыли предусмотрена в системе вентиляции. Для этого на участке сборки и сварки используют масляные фильтры типа EF-3000-4-4.6с.

Фильтр EF рассчитан на продолжительную работу при следующих климатических условиях:

- температура окружающего воздуха  $-30^{\circ}\text{C}$  до  $45^{\circ}\text{C}$ ;
- относительная влажность 80% при  $15^{\circ}\text{C}$ .

Эффективность фильтров данного типа составляет 95 - 98 %.

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

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

## 7.7 Чрезвычайные ситуации

На проектируемом участке могут возникнуть чрезвычайные ситуации следующих видов:

- а) транспортные аварии;

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

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

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

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

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

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

## 7.8 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

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

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

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

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

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

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

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

Каждое рабочее место также оборудуется вытяжным отсосом – зонтом, открытой конструкцией, всасывающее отверстие которой, приближено к источнику выделений. Подвижность воздуха в зоне сварки должна быть 0,2..0,5 метров в секунду.

Определим количество воздуха для организации местной вентиляции по формуле [25]:

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

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

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

Найдем площадь, через которую поступает воздух по формуле:

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

где  $A$  и  $B$  – ширина и длина зонта, расчеты этих параметров произведем согласно методичке [25];

$n$  – количество зонтов.

Определим количество конвективного тепла, выделяемого источником [25]:

$$Q = 1,5 \cdot \sqrt{t_{\text{и}} + t_{\text{в}}}, \quad (7.5)$$

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

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

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

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

Найдем размеры вытяжного зонта:

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

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

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

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

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

В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор радиальный ВР-80-70.2-ДУ-Т-14-095-11-500 с двигателем А200М12 11 кВт 500 об. мин.

Кинематическая схема вентиляции представлена на рисунке 7.1.

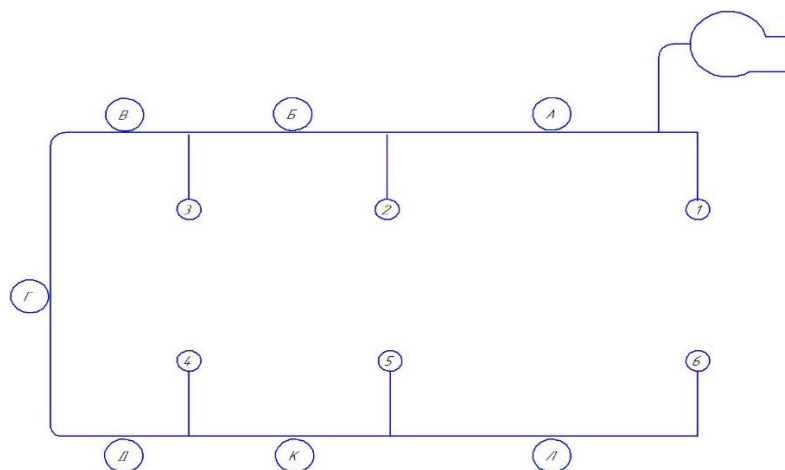


Рисунок 7.1 Кинематическая схема вентиляции

Рассчитаем диаметр воздуховодов.

Определим диаметр воздуховода по формуле [25]:

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

## 7.9 Вывод

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

а) для устранения вредного воздействия аэрозолей, пыли, дыма на рабочих местах применяется общеобменная система вентиляции с использованием вентилятора радиального FUK – 1800 SP с двигателем типа АДМ63В2У2, мощностью 0.55 кВт;

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

в) требуемое освещение на рабочем участке обеспечивается 9 светильниками типа ОД с лампами ДРЛ-750;

г) для защиты от излучений сварочной дуги и предотвращения опасности ожогов, из-за брызг расплавленного металла, используется: термозащитная спецодежда, рукавицы брезентовые, сварочные щитки или

защитные маски со светофильтрами, спецобувь, защитные ширмы;

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

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

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

## Заключение

В данной выпускной квалификационной работе для повышения производительности и удешевления производительности спроектирован участок сборки и сварки основания механизированной крепи ФЮРА.МКЮ.2У75.08.100.038.00.000 СБ. Исходя из особенностей материала изделия, условий технологичности сборки, пространственного положения сварных швов были подобраны оптимальные режимы сварки, сварочные материалы, сварочное оборудование, сконструировано сборочно–сварочное приспособление ФЮРА.000001.038.00.000 СБ, обеспечивающие более быструю сборку и позволяют избавиться от приварки технологических распорок. В работе рассчитаны режимы сварки, по которым выбрано сварочное оборудование от компании Сварог ТЕСН MIG 5000 (N221).



## Список использованных источников

- 1 Синергетические функции сварочных установок - [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.electrods.ru/information/22600/>
- 2 СП 53-101-98 Изготовление и контроль качества стальных строительных конструкций - [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200003338>
- 3 Методы проектирования в воображаемых условиях - [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://scienceforum.ru/2018/article/2018000904>
- 4 Химический состав и механические свойства сталей - [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://www.splav-kharkov.com/mat\\_start.php?name\\_id=247](http://www.splav-kharkov.com/mat_start.php?name_id=247)
- 5 Томас К. Н., Ильященко Д. П. Технология сварочного производства. Томск. «Томский политехнический университет» -2011. - 247с.
- 6 Материалы сварочные. Газы и газовые смеси для сварки плавлением и родственных процессов - [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-iso-14175-2010>
- 7 Свариваемость металлов - [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://weldzone.info/technology/manual-arc-welding/251-kons6>
- 8 Механизация и автоматизация сварочного производства - [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.shtorm-its.ru/info/articles/mekhanizatsiya-i-avtomatizatsiya-svarochnogo-proizvodstva/>
- 9 Инструкция по визуальному и измерительному контролю - [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.norm-load.ru/SNiP/Data1/39/39956/index.htm>
- 10 ГОСТ 18442-80 Контроль неразрушающий - [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200004648>

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

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

13 Механизация производства [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.booksite.ru/fulltext/1/001/008/076/098.htm>

14 Расчет пневмоцилиндров - [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://pneumoprivod.ru/pbl\\_calc\\_pneumocylinder.htm](http://pneumoprivod.ru/pbl_calc_pneumocylinder.htm)

15 Сила на штоке пневмоцилиндра - [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://studopedia.net/10\\_136733\\_sila-na-shtoke-pnevmo-silindra.html](http://studopedia.net/10_136733_sila-na-shtoke-pnevmo-silindra.html)

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

17 Красовский А. И. Основы проектирования сварочных цехов. Учебник для вузов. – М.: Машиностроение, 1980. – 319с.

18 Организация экономика управление на предприятиях строительной отрасли - [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://ivgpu.com/images/docs/ob\\_universitete/institutyfakultety\\_kafedry/isi/kafedry/orgkh/publikatsii/orgkh-uup-5.pdf](https://ivgpu.com/images/docs/ob_universitete/institutyfakultety_kafedry/isi/kafedry/orgkh/publikatsii/orgkh-uup-5.pdf). Дата обращения 15.05.2020

19 Определение необходимого количества оборудования - [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/5306828/page:9/>. Дата обращения 15.05.2020

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

21 Планирование численности рабочего персонала- [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://www.aup.ru/books/m203/5\\_4.htm](http://www.aup.ru/books/m203/5_4.htm). Дата обращения 15.05.2020

22 Планирование численности рабочего персонала- [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ppt.ru/news/142822/>. Дата обращения 15.05.2020

ресурс] – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/6164942/page:34/>. Дата обращения 15.05.2020

23 Гришагин В.М., Портола В.А., Фарберов В.Я. Охрана труда, безопасность и экологичность проекта. Учебно-методическое пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2006. – 177.

24 Гришагин В.М., Фарберов В.Я. Расчеты по обеспечению комфорта и безопасности: учебное пособие. Учебно-методическое пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2007. – 155 с.

25 Русак У. П /промышленная вентиляция: Учебное пособие по лабораторным, практическим и дипломным работам бакалавров и магистерским диссертациям. – Санкт-Петербург: Изд. СПбГЛТУ, 2011 – 30 с.