

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

Институт Юргинский технологический инсти-  
тут

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль «Обору-  
дование и технология сварочного производства»

Кафедра «Сварочное производство»

**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**

Тема работы
<b>Разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки ос- нования крепи механизированной МКЮ2У.75</b>

УДК 621.791.03

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А42	Ишанов А.З.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, зва- ние	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Томас К.И	К.Т.Н.		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, зва- ние	Подпись	Дата
Доцент	Крюков А.В.	К.Т.Н.		

### КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Нестерук Д.Н.	-		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий кафедрой БЖДЭиФВ	Солодский С.А.	к.т.н.		

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

И.о. зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Сварочного производства	Ильященко Д.П.	к.т.н.		

Юрга – 2018 г.

*Планируемые результаты обучения по ООП*

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

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

Студент гр.

Ишанов А.З.

Руководитель ВКР

Томас К.И

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

Институт Юргинский технологический инсти-  
 тут

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль «Обору-  
 дование и технология сварочного производства»

Кафедра «Сварочное производство»

УТВЕРЖДАЮ:  
 И.о. зав. кафедрой  
Д.П. Ильященко  
 (Ф.И.О.)

\_\_\_\_\_ (Подпись) \_\_\_\_\_ (Дата)

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Дипломный проект

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

Студенту:

Группа	ФИО
10А42	Ишанов А.З.

Тема работы:

Разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки основание крепи механизиро-  
 ванной мкю2У.75

Утверждена приказом проректора-директора (дирек-  
 тора) (дата, номер)

25.01.2018 г. № 7/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

**Исходные данные к работе**

*(наименование объекта исследования или проектирования; производи-  
 тельность или нагрузка; режим работы (непрерывный,  
 периодический, циклический и т. д.); вид сырья или матери-  
 ала; требования к продукту, изделию или процессу; особые  
 требования к особенностям функционирования (эксплуатац-  
 ионные характеристики объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влия-  
 ния на окружающую среду, энергозатратам; экономический  
 анализ и т. д.).*

Материалы преддипломной практики

**Перечень подлежащих исследованию,  
 тированию и разработке вопросов**

*(аналитический обзор по литературным источникам с целью  
 достижений мировой науки техники в рассматриваемой о-  
 становка задачи исследования, проектирования, конструк-  
 ции, поддержания процедуры исследования, проектирования, конст-*

1. Обзор литературы.
2. Объект и методы исследования.
3. Результаты проведенного исследования.
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.

<p><i>обсуждение результатов выполненной работы; наименования разделов, подлежащих разработке; заключение по</i></p>	<p>5. Социальная ответственность.</p>
<p><b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>1. ФЮРА.0МКЮ.2У.065.00.000 СБ Траверса задняя 1 лист (А1). 2. ФЮРА.000001.065.00.000 СБ</p>

	Приспособление сборочно-сварочное 2 листа (А1). 3. ФЮРА.000002.065 ЛП Директивный техпроцесс 1 лист (А1). 4. ФЮРА.000001.065 ЛП План участка 1 лист (А1). 5. ФЮРА.000005.065 ЛП Карта организации труда 1 лист (А1). 6. ФЮРА.000003.065 ЛП Вентиляция общеобменная 1 лист (А1). 7. ФЮРА.000004.065 ЛП Экономическая часть 1 лист (А1). 8. Технологическая схема сборки и сварки
--	---

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

*(с указанием разделов)*

Раздел	Консультант
Технологическая и конструкторская часть	Томас К.И
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Нестерук Д.Н.
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	Томас К.И	К.Т.Н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А42	Ишанов А.З.		

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

Институт Юргинский технологический инсти-  
тут

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль «Обору-  
дование и технология сварочного производ-  
ства»

Кафедра «Сварочное производ-  
ство»

Период выполнения (осенний / весенний семестр 2017 – 2018 учебного  
года)

Форма представления работы:

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

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

Дата кон- троля	Название раздела (модуля)/ Вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
	Обзор литературы	20
	Объекты и методы исследования	20
	Расчет и аналитика	20
	Финансовый менеджмент, ресурсоэффектив- ность и ресурсосбережение	20
	Социальная ответственность	20

**Составил преподаватель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Томас К.И	к.т.н.		

**СОГЛАСОВАНО:**

И.о. зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень,	Подпись	Дата

		<b>звание</b>		
Сварочного произ- водства	Ильященко Д.П.	к.т.н.		

Юрга – 2018г.

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

Студенту:

Группа	ФИО
10А42	Ишанов А.З.

Институт	Юргинский технологический институт	Кафедра	Сварочное производство
Уровень образования	Высшее	Направление/специальность	Оборудование и технология сварочного производства

<b>Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:</b>
<i>Оценка стоимости производства по базовому технологическому процессу основания МКЮ.2У.75.065.100</i>
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>
<i>1. Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления</i>
<i>2. Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями</i>
<i>3. Определение затрат на основные материалы</i>
<i>4. Определение затрат на вспомогательные материалы</i>
<i>5. Определение затрат на заработную плату</i>
<i>7. Определение затрат на амортизацию и ремонт оборудования</i>
<b>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):</b>
<i>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчетному заданию</i>

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Нестерук Д.Н.	-		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А42	Ишанов А.З.		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
10А42	Ишанов А.З.

Институт	Юргинский технологический институт	Кафедра	Сварочное производство
Уровень образования	Высшее	Направление/специальность	Оборудование и технология сварочного производства

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

<i>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</i>	<i>Вредные и опасные производственные факторы, возникающие на участке сборки сварки основания.</i>
<i>Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</i>	

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

<i>2. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i>	<i>Действие выявленных вредных факторов на организм человека. Допустимые нормы (согласно нормативно-технической документации). Разработка коллективных и рекомендации по использованию индивидуальных средств защиты.</i>
<i>3. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i>	<i>Источники и средства защиты от существующих на рабочем месте опасных факторов (электробезопасность, термические опасности и т.д.).</i>
<i>4. Охрана окружающей среды:</i>	<i>Вредные выбросы в атмосферу.</i>
<i>5. Защита в чрезвычайных ситуациях:</i>	<i>Перечень наиболее возможных ЧС на объекте. Пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</i>
<i>6. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</i>	<i>Проектирование системы или устройств, улучшающих условия труда.</i>

### Перечень графического материала

<i>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</i>	<i>Система вентиляции участка.</i>
---	------------------------------------

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав. кафедрой БЖД и ФВ	Солодский С.А.	к.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А42	Ишанов А.З.		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа 86 с., рисунок, 3 таблица, 18 источник, 2 приложения, 6 л. графического материала.

Ключевые слова: сварка плавлением, технология, режимы сварки, сила сварочного тока, сварочное оборудование, производительность, план участка, приспособление, промышленная безопасность, себестоимость.

Актуальность работы: в данной выпускной квалификационной работе производится проектирование участка сборки-сварки основания крепи механизированной МКЮ2У.75.

Объектом исследования является процесс изготовления основания.

Цели и задачи исследования (работы). В результате данной работы следует получить производство с наибольшей степенью механизации и автоматизации повышающей производительность труда.

Работа представлена введением, пятью разделами (главами) и заключением, приведен список использованных источников.

В 1 разделе/главе «Обзор литературы» произведен обзор литературы.

Во 2 разделе/главе «Объект и методы исследования» Произведена формулировка проектной задачи и теоретический анализ.

В 3 разделе/главе «Результаты проведенного исследования» Произведен инженерный расчет, рассмотрены конструкторская, технологическая и организационная части, рассмотрено пространственное расположение производственного процесса.

В 4 разделе/главе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» рассмотрены сравнительный экономический анализ вариантов, расчет технико-экономической эффективности, основные технико-экономические показатели участка.

В 5 разделе/главе «Социальная ответственность» рассмотрена характери-

стика объекта исследования, вредные и опасные производственные факторы, источники и средства защиты от них, влияние их на организм человека и проектирование системы приточно-вытяжной вентиляции на разрабатываемом участке.

В заключении приведено обоснование выбора способов сварки, сварочных материалов и оборудования. Разработаны мероприятия по безопасности жизнедеятельности, охране труда и совершенствованию организации труда. Посчитан экономический эффект от перечисленных нововведений, что позволяет судить о выгоде предлагаемого технологического процесса.

## Abstract

Final qualifying work 86 p., figure 3 table, 18 source, 2 applications, 6 l. graphic material.

Keywords: fusion welding, technology, welding modes, welding current, welding equipment, productivity, site plan, device, industrial safety, cost.

The relevance of the work: in this final qualifying work is the design phase of an Assembly-welding the base of the bolting mechanized MKY 2U.75.

The object of the study is the process of making the base.

The aims and objectives of the study (work). As a result of this work should be obtained from producing the greatest degree of mechanization and automation increases productivity.

The work provides an introduction, five sections (chapters) and conclusion, a list of sources used.

In one section / chapter "Literature Review" produced a literature review.

In the 2nd section / chapter "Object and Methods" Produced formulation of project objectives and theoretical analysis.

In Section 3 / Chapter "The results of the study" Made engineering calculation, considered design, technological and organizational part, examined the spatial arrangement of the production process.

a comparative economic analysis of the options discussed in Section 4 / Chapter "Financial management, resource efficiency and resource conservation", the calculation of technical and economic efficiency, the main technical and economic indicators of the site.

In section 5 / chapter "Social responsibility" is considered characteristic of the object of study, harmful and dangerous production factors, sources and means of protection against them, their influence on the human body and design the system ventilation on the site to be developed.

In conclusion, given rationale for the selection of welding, welding consumables and equipment. Actions on health and safety, labor protection and improvement of the labor organization. Calculate the economic impact of these innovations, which gives an indication of the profitability of the proposed process.

## Оглавление

Введение	20
1. Обзор литературы	22
1.1 Особенности зажигания и горения дуги при сварке в углекислом газе	22
1.2 Перенос электродного металла при механизированной сварке в среде защитных газов	22
2 Объект и методы исследования	24
3.1.2 Металлургические и технологические особенности принятого способа сварки	28
3.1.3 Расчет режимов сварки	30
3.2 Конструкторская часть	34
3.2.1 Общая характеристика механического оборудования	34
3.2.2 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений	38
3.2.3 Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений	39
3.2.4 Работа сборочно-сварочных приспособлений	41
3.3 Технологическая часть	42
3.3.1 Технологический анализ выбранного производства	42
3.3.2 Общая структура процесса изготовления сварной конструкции	43
3.3.3 Сравнительная оценка вариантов технологического процесса изготовления изделия и выбор оптимального	45
	16

3.3.4 Техническое нормирование операций	46
3.3.6 Контроль технологических операций	53
3.3.7 Разработка технической документации	55
3.4.1 Выбор и обоснование прогрессивных форм организации производства	59
3.4.2 Меры по совершенствованию организации труда и управлению производственным процессом	60
3.5 Расчет основных элементов производства	63
3.5.1 Определение требуемого количества оборудования и приспособлений	63
3.5.2 Определение состава и численности работающих	65
3.6 Пространственное расположение производственного процесса	66
3.6.1 Состав сборочно-сварочного цеха	66
3.6.2 Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха	68
3.6.3 Планировка заготовительных отделений	69
3.6.4 Планировка сборочно-сварочных отделений и участков	70
3.6.5 Расчет и планировка административно-конторских и бытовых помещений	71
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	74
4.1 Сравнительный экономический анализ вариантов	74
4.1.1. Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления	75

4.1.2	Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями	77
4.1.3	Определение затрат на основные материалы	78
4.1.4	Определение затрат на вспомогательные материалы	79
4.1.5	Определение затрат на заработную плату	80
4.1.6	Определение затрат на силовую электроэнергию	81
4.1.7	Определение затрат на сжатый воздух	81
4.1.8	Определение затрат на амортизацию оборудования	82
4.1.9	Определение затрат на амортизацию приспособлений	83
4.1.10	Определение затрат на ремонт оборудования	83
4.1.11	Определение затрат на содержание помещения	84
4.2	Расчет технико-экономической эффективности	85
4.3	Основные технико-экономические показатели участка	86
5	Социальная ответственность	88
5.1	Описание рабочего места	88
5.2	Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	89
5.2.1	Обеспечение требуемого освещения на участке	91
5.3	Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды	92
5.4	Охрана окружающей среды	95
		18

5.5 Защита в чрезвычайных ситуациях	96
5.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	96
Заключение	98
Список используемых источников	99
Приложение А (Спецификация Секция основания)	
Приложение Б (Технологический процесс)	
Диск CD-R	В конверте на обложке
Графический материал	На отдельных листах
ФЮРА.МКЮ.2У.75.065.100.000 СБ Основания механизированной крепи	
Формат А1	
ФЮРА Технологическая схема	
ФЮРА.000001.065.00.000 СБ Приспособление сборочно-сварочное. Формат А1	
ФЮРА.000002.065 План участка	Формат А1
ФЮРА 000004.065СБ Кантователь	
ФЮРА.000005.065 ЛП, Общеобменная вентиляция	

## Введение

Широкое использование сварки в производстве позволяет резко сокращать расход металла, а также сроки выполнения работ и трудоёмкость производственных процессов. Успехи, достигнутые в сфере автоматизации и механизации сварочных процессов, приводят к уменьшению затрат на единицу продукции, сокращению продолжительности производственного цикла, улучшению качества изделия.

В настоящее время сварка считается одним из основных и прогрессирующих процессов обработки металлов. Существует множество различных видов сварки: ручная дуговая сварка; сварка в инертных, активных газах; сварка под флюсом; электрошлаковая сварка; сварка давлением и т.д.

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

- высокая тепловая мощность дуги;
- высокое качество сварных швов;
- высокоэффективная защита расплавленного металла;
- возможность сварки разнородных металлов и тонкостенных изделий;
- узкая зона термического влияния;

В этой выпускной квалификационной работе производится проектирование оснастки и участка сборки-сварки секции механизированной крепи ФЮРА.МКЮ.2У.75.065.100.000 СБ. Целью этой работы является получение производства с наибольшей степенью механизации и автоматизации увеличивающей производительность труда, качество сварного изделия, улучшение условий труда.

Перед сварочным производством ставятся задачи, направленные на повышение эффективности производства. Это, прежде всего переход к массовому применению высокоэффективных систем, машин, оборудования и технологических процессов, которые могут обеспечить высокую механизацию и автоматизацию производства, рост производительности труда и связанное с этим высвобождение рабочих. В современных условиях сварочного производства первостепенное значение имеет повышение производительности труда и снижение себестоимости изделия. Это обеспечивает качественно лучшее использование рабочей силы в процессе производства и повышение конкурентоспособности изделия на потребительском рынке.

## 1. Обзор литературы

### 1.1 Особенности зажигания и горения дуги при сварке в углекислом газе

Ответственным этапом любого технологического процесса механизированной сварки в среде защитных газов является зажигание сварочной дуги и установление стабильного процесса сварки. Зажигание дуги при механизированной сварке в защитных газах проволоками диаметром 0,8-2,5 мм происходит после соприкосновения электрода с изделием. Перед началом зажигания необходимо контролировать вылет электрода из горелки, он не должен превышать 40-45 мм. Большой вылет электрода при зажигании дуги может привести к плохому формированию начала шва и появлению в нем пор.

Способ бесконтактного зажигания дуги имеет недостатки: диаметр застывшей капли на конце вылета электродной проволоки не должен превышать полутора-двух диаметров электрода, надежность зажигания зависит от угла подхода электрода к поверхности изделия, с увеличением диаметра проволоки и скорости ее подачи зажигание ухудшается [1].

### 1.2 Перенос электродного металла при механизированной сварке в среде защитных газов

Известно, что при расплавлении электродного металла он не весь переходит в шов: его часть в виде брызг вылетает из зоны сварки и образует потери на разбрызгивание. Потери уменьшают производительность процесса сварки, увеличивают расход электродов, электроэнергии и требуют дополнительного времени и сил на очистку изделий от брызг. Поэтому разбрызгивание непосредственно связано с переносом электродного металла — важным этапом получения высококачественного сварного соединения при сварке плавящимся электродом в  $\text{CO}_2$ . Существуют различные способы снижения разбрызгивания, а именно: контролируемый перенос электродного металла, создание особых систем, которые обеспечивают кратковременное понижение мощностей взрыва

жидкой перемычки между каплей и электродом в начальный период горения дуги в последствии короткого замыкания, применение смесей газов, процессы окисления поверхностей брызг защитными газами. Разбрызгивание непосредственно связано с величиной каплей электродного металла, переносимых сварочную ванну, следовательно, для уменьшения разбрызгивания при сварке в активных газах нужно снижать их объем. [2].

Совершенствование процессов механизированной дуговой сварки плавящимся электродом — актуальная задача, нацеленная на снижение потерь электродного металла, совершенствование формы сварного соединения, повышение качества металла шва и ОШЗ, включая их служебные характеристики (механические свойства, плотность металла шва и др.). Последние годы наибольшее значение приобретают экономические аспекты данной проблемы.

Механизированная сварка в среде защитных газов (смеси  $Ar + CO_2$ ) является одним из ведущих технологических процессов соединения различных металлов. Достоинства процесса сварки в газовых смесях на основе аргона проявляется в том, что наличие аргона способствует к значительному снижению разбрызгивания и приводит к струйному и управляемому процессу переноса электродного металла. Эти изменения сварочной дуги — действенный способ управления ее технологическими характеристиками: производительности, величиной потерь электродного металла на разбрызгивание, формой и механическими свойствами металла шва, а также величиной проплавления основного металла [3].

Основываясь на приведенных выше статьях, выбирается механизированная сварка в смеси газов ( $Ar+CO_2$ ).

## 2 Объект и методы исследования

Выпускная квалификационная работа преследует цели сопоставления достигнутого выпускниками уровня гуманитарной, социально-экономической, естественнонаучной, общепрофессиональной и специальной подготовки с требованиями Государственного стандарта высшего профессионального образования направлению 15.03.01 «Машиностроение» профиль «Оборудование и технология сварочного производства».

В процессе выполнения выпускной квалификационной работы необходимо разработать специализированный участок сборки и сварки основания механизированной крепи ФЮРА.МКЮ.2У.75.065.100.000 СБ, включающий выбор наиболее эффективного способа сварки и сварочных материалов, расчёт режимов сварки и выбор необходимого сварочного оборудования, техническое нормирование операций, определение потребного состава всех необходимых элементов производства, расчёт и конструирование оснастки, планировку участка сборки и сварки.

Кроме этого разрабатываются экономическая часть и социальная ответственность, которые совместно с технологической частью должны обеспечивать возможность создания наиболее современного и передового по техническому уровню и высокоэффективного сборочно-сварочного участка по выпуску продукции, при его себестоимости, обуславливающего рентабельность производства и кратчайшие сроки окупаемости капитальных затрат, а также соблюдение иных необходимых требований.

В результате теоретического анализа существующего технологического процесса сборки и сварки секции переходной механизированной крепи выявлены некоторые недостатки. Для устранения этих недостатков предлагается произвести следующие изменения в технологическом процессе:

- сократить время производственного цикла за счет применения сборочно-сварочного приспособления ФЮРА.000001.065.00.000 СБ и кантователя 359-981;

- произвести рациональный выбор оборудования, который позволяет получить достаточно высокий экономический эффект.

В результате внедрения в технологический процесс вышеуказанных изменений существенно улучшаются технические и экономические показатели, снижается себестоимость изделия, что в свою очередь приведет к повышению конкурентоспособности изделия на рынке производства, сбыта и потребления, а, следовательно, к рентабельности производства данного изделия.

### 3 Результаты приведенного исследования

#### 3.1 Инженерный расчёт

##### 3.1.1 Выбор способа сварки и сварочных материалов

Изготавливаемое изделие, основание механизированной крепи, представляет собой сварную конструкцию и является частью секции механизированной крепи горно-шахтного оборудования. Конструкция изделия представлена на чертеже ФЮРА.МКЮ.2У.75.065.100.000 СБ СБ. Основание - это сварная конструкция из элементов листового металла, изготовленных из конструкционной низколегированной высокопрочной стали 14ХГ2САФД и отливок 12ДН2ФЛ.

Химический состав и механические свойства сталей представлены в таблицах 1.1 и 1.2 [1].

Таблица 1.1 –Химический состав сталей, %

	C	Mn	Si	S не более	P не более	Cr	Ni	Cu	Ti	Al	V	N <sub>2</sub>
14ХГ2САФД	0,12- 0,18	1,4- 1,9	0,4- 0,7	0,020	0,035	0,5- 0,8	-	0,3- 0,6	0,01- 0,05	0,03- 0,07	0,08- 0,16	0,01- 0,02
12ДН2ФЛ.	0,08- 0,16	0,4- 0,9	0,2- 0,4	0,035	0,035	≤0,3	1,8- 2,2	1,2- 1,5	-	-	0,08- 0,15	-

Таблица 1.2 – Механические свойства сталей при T=20°C

	$\sigma_B$ Мпа	$\sigma_T$ МПа	$\delta_5$ %	$\psi$ %	KCU Дж / см <sup>2</sup>
14ХГ2САФД	780-1030	685-930	14	-	-
12ДН2ФЛ	650	550	12	20	30

Свариваемость [2]:

Стали 14ХГ2САФД и 12ДН2ФЛ относятся ко II группе свариваемости (удовлетворительная). Для получения высококачественных сварных соединений необходимо строгое соблюдение режимов сварки, специальные присадочные материалы, нормальные температуры, условия, в некоторых случаях – подогрев и термообработка.

Габаритные размеры изделия: 2715×430×1416 мм.

Масса, кг.: 2020 кг.

Основание работает в тяжелых условиях, сварные швы должны быть высокого качества. Ремонт сваркой отдельных частей конструкции возможен только после поднятия основания на поверхность, так как сварочные работы непосредственно в шахте строго запрещены.

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

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

Для сталей 14ХГ2САФД и 12ДН2ФЛ сварку рекомендуется производить следующими способами: ручная дуговая покрытыми электродами, автоматическая под флюсом и плавящимся электродом в среде защитных газов. Выбираем сварку в среде защитных газов, как наиболее приемлемую в нашем случае.

Выбор способов сварки и сварочных материалов обусловлен исходными данными, полученными в результате технического анализа. Необходимо учитывать: химический состав свариваемого металла, способ сварки, механические свойства металла и т.д.

Для сварки в среде защитных газов выберем сварочную проволоку Св-08ГСМТ, Св-08Г2С-О ГОСТ 2246-70, диаметром 1,6 миллиметра.[2]

Химический состав проволоки представлен в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Химический состав проволоки Св – 08ГСМТ и Св-08Г2С-О[3]

Марка про- волоки	Химический состав, %								
	С	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-О	0,05÷0,11	1,80÷2,10	0,7÷0,95	≤0,2	≤0,25	—	—	≤0,025	≤0,03

Механические свойства металла шва  $\sigma_{\text{в}} = 560$  МПа;  $\sigma_{\text{т}} = 448$  МПа;  $\delta = 24$  % [2].

Для защиты сварочной дуги и сварочной ванны используется смесь Ar +CO<sub>2</sub> по ТУ 2114

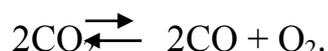
### 3.1.2 Металлургические и технологические особенности принятого способа сварки

Физико-металлургические процессы, протекающие при сварке должны обеспечивать получение металла шва такого состава, при котором были бы получены необходимые его свойства для нормальной работы изделия. Это можно достичь легированием металла шва, внося легирующие элементы из присадочного металла, флюса, покрытий либо применением особых методов защиты сварочной ванны [4, 5, 6, 7, 8].

Состав металла шва при сварке в защитных газах плавящимся электродом определяется составом газа, составом основного и присадочного металлов, их долями в составе металла шва и ходом металлургических процессов в сварочной ванне.

Температура сварочной ванны является основным параметром, который определяет направление и интенсивность физико-химических процессов в ней.

При сварке в среде  $\text{CO}_2$  плавящимся электродом в зоне высоких температур происходит разложение углекислого газа по реакции:



С каплями электродного металла соприкасается атмосфера, состоящая из окиси углерода и кислорода. По отношению к металлу она окислительная:



Но в тоже время большая концентрация  $\text{CO}$  будет тормозить этот процесс, и задерживать окисление углерода стали:



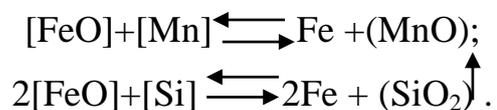
При высокой температуре будет происходить диссоциация паров воды, поступившей из-за повышенной влажности углекислого газа, с выделением водорода:



Водород отрицательно влияет как на металл шва, так и на сварное соединение в целом, являясь одной из причин образования пор, флокенов и холодных трещин в швах и ОШЗ.

Газовая атмосфера на участках, удаленных от оси столба дуги, будет обогащаться  $\text{CO}_2$  и водород, образовавшийся при диссоциации паров воды, будет связываться в молекулы воды.

Наличие в атмосфере дуги значительного количества кислорода требует дополнительного легирования сварочной проволоки кремнием и марганцем. Обладая большим сродством к кислороду, чем железо, они связывают кислород, растворенный в металле:



Окислы кремния и марганца образуют легкоплавкие соединения, которые в виде шлака всплывают на поверхность сварочной ванны.

Сварка в среде углекислого газа имеет один существенный недостаток – увеличенное разбрызгивание металла. Значительному снижению разбрызгивания электродного металла способствует добавление в смесь аргона. Это приводит к переходу от крупнокапельного переноса металла в дуге к струйному, что способствует улучшению сплавления, уменьшает подрезы, увеличивает производительность сварки и позволяет получать более плотные беспористые швы.

Технология сварки выбирается, в зависимости от марки стали и требований, предъявляемым к сварным соединениям. Разработанная технология сварки должна обеспечивать получение соединений, отличающихся достаточной работоспособностью при минимальной трудоемкости.

Конструктивные элементы подготовки кромок, типы сварных швов и их размеры при сварке в смеси защитных газов должны соответствовать ГОСТ 14771.

Основной металл до сборки в местах сварки должен быть очищен от ржавчины, масла, влаги и других загрязнений. Сборка под сварку должна обеспечивать возможность качественной сварки.

### 3.1.3 Расчет режимов сварки

Рассчитаем тавровое соединение Т1 которое показано на рисунке 1.1:

$d_{\text{эл}}$  - диаметр электродной проволоки;

$V_c$  - скорость сварки;

$I_c$  - сварочный ток;

$U_c$  - напряжение сварки;

$l_b$  - вылет электродной проволоки;

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

$n_{пр}$  - общее количество проходов;

$g_{зг}$  - расход защитного газа.

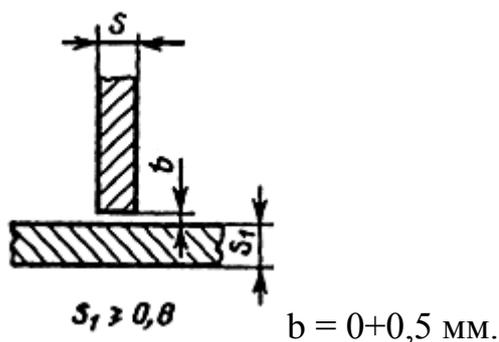


Рисунок 1.1 Тавровое соединение Т1

Диаметр электродной проволоки рассчитываем по следующей формуле [9]:

$$d_{эп} = \sqrt[4]{h_p} \pm 0,05 \cdot h_p, \quad (1.1)$$

$$h_p = K \leq 0,7 \cdot S = 0,7 \cdot 5 = 3,5,$$

$$d_{эп} = \sqrt[4]{3,5} \pm 0,05 \cdot 3,5 = 1,193, \dots 1,543 \text{ мм}$$

Принимаем  $d_{эп} = 1,6 \text{ мм.}$

Скорость сварки определяем по зависимости:

$$V_c = K_v \cdot \frac{h_p^{1,61}}{e^{3,36}}, \quad (1.2)$$

где,  $K_V$  – коэффициент зависимости от диаметра электродной проволоки,  $K_V = 1120$ ;

$$V_c = 1120 \cdot \frac{3,5^{1,61}}{7^{3,36}} = 12,2 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 43,9 \frac{\text{м}}{\text{ч}}.$$

Сварочный ток определяем по формуле:

$$I_c = K_I \cdot \frac{K^{1,32}}{e^{1,07}} = 460 \cdot \frac{3,5^{1,32}}{7^{1,07}} = 300 \text{ А}. \quad (1.3)$$

Расчетное значение  $I_c = 300 \text{ А}$  не выходит за пределы ограничений для нижнего положения [9].

Напряжение сварки  $U_c$  определяем по формуле:

$$U_c = 14 + 0,05 \cdot 300 = 29 \text{ В}. \quad (1.4)$$

Вылет электродной проволоки найдем по следующей зависимости:

$$l_B = 10 \cdot d_{\text{эп}} \pm 2 \cdot d_{\text{эп}} = 10 \cdot 1,6 \pm 2 \cdot 1,6 = 19,2. \quad (1.5)$$

Скорость подачи электродной проволоки  $V_{\text{эп}}$  определяется по формуле:

$$V_{\text{эп}}^{(+)} = 0,53 \cdot \frac{I_c}{d_{\text{эп}}^2} + 6,94 \cdot \frac{I_c^2}{d_{\text{эп}}^3} = 0,53 \cdot \frac{300}{1,6^2} + 6,94 \cdot \frac{300^2}{1,6^3} = 77 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 277,2 \frac{\text{м}}{\text{ч}}. \quad (1.6)$$

Расход защитного газа  $\text{CO}_2$ :

$$q_{\text{зг}} = 33 \cdot 10^{-3} \cdot I_c^{0,75} = 33 \cdot 10^{-3} \cdot 300^{0,75} = 0,238 \frac{\text{л}}{\text{с}} = 14,3 \frac{\text{л}}{\text{мин}}. \quad (1.7)$$

Полученные параметры режима сварки сведем в таблицу 1.4.

Таблица 1.4 - Режимы сварки

№ шва	Тип шва	Катег шва, мм	Диаметр про-волоки, мм	Сварочный ток, А	Напряжение, В	Количество проходов	Расход газа, л/мин
1	2	3	4	5	6	7	8
1	T1	3	1,6	180	23	1	10
2	T1	10	1,6	200...280	25...28	2	11...14
3	T1	15	1,6	200...260	24...27	4	11...13
4	T1	18	1,6	200...270	25...28	5	11...13
5	T3	10	1,6	200...240	25...26	4	11...14
6	T3	12	1,6	200...270	25...28	5	11...12
7	T3	15	1,6	200...260	24...27	4	11...13
8	T3	18	1,6	200...270	25...28	5	11...13
9	У4	15	1,6	200...260	24...27	4	11...13
10	T6		1,6	200...280	24...28	13	11...14
11	У6		1,6	240...250	24...27	9	11...13
13	У8		1,6	200...280	24...28	4	11...14
16	У1		1,6	200...270	24...28	6	11...13
17	У4		1,6	200...270	24...28	6	11...13
18	T1		1,6	200...270	24...28	6	11...13
19	T3		1,6	200...270	24...28	6	11...13
20	Нест.		1,6	200...230	24...26	3	11
21	Нест.		1,6	200...240	24...26	8	11...12
22	Нест.		1,6	200...270	24...28	3	11...13
23	Нест.		1,6	200...250	24...27	7	11...13
24	Нест.		1,6	200...270	24...28	4	11...13
25	Нест.		1,6	200...280	24...28	9	11...14
26	Нест.		1,6	200...280	24...28	5	11...14
27	Нест.		1,6	200...250	24...27	6	11...13
28	Нест.		1,6	200...250	24...27	7	11...13
29	Нест.		1,6	200...230	24...26	3	11...12

30	Нест.		1,6	200...270	24...28	4	11...13
31	Нест.		1,6	200...270	24...28	7	11...13
32	Нест.		1,6	200...210	24...25	4	11
33	Нест.		1,6	200...210	24...25	1	11
34	Нест.		1,6	200...260	24...27	4	11...14
35	Нест.		1,6	200...270	24...28	21	11...13
36	Нест.		1,6	200...230	24...26	5	11...12
37	Нест.		1,6	200...270	24...28	13	11...13
38	Нест.		1,6	200...240	24...26	10	11...12
39	Нест.		1,6	200...260	24...27	9	11...14
40	Нест.		1,6	200...270	24...28	8	11...13
41	Нест.		1,6	200...280	24...28	17	11...13

Справочные параметры режима сварки по ГОСТ 14771-76 приведены в таблице 1.5 [2]:

Таблица 1.5 - Режимы сварки в CO<sub>2</sub> [2]

Толщина металла, мм.	Диаметр проволоки, мм.	Сварочный ток, А	Напряжение, В.	Скорость сварки, м/ч.	Расход CO <sub>2</sub> , л/мин.
5	1,6	260-280	27-29	20-26	16-18
3	1,6	150-180	27-29	20-22	12-16
1,5	1	75-120	18-19	14-16	8-10

### 3.2 Конструкторская часть

#### 3.2.1 Общая характеристика механического оборудования

##### Общая характеристика механического оборудования

При изготовлении металлоконструкций во время проведения сборочных работ и сварки периодически возникает необходимость в изменении положения

объекта сварки или узла. Связано это, прежде всего, с необходимостью обеспечить удобство работы сборщиков и специалистов по сварке.

Как известно, наиболее удобной рабочей позой для сварки является такая, когда верхняя часть тела работающего отклонена от вертикали на угол 10-12°, а рабочая (правая) рука согнута в локте под прямым углом; при этом обрабатываемая деталь должна находиться на уровне груди. Очень важно, чтобы левая рука при этом свободна: при сборке конструкций ей держат присоединяемые детали или рабочий инструмент, при сварке левой рукой можно поднимать и опускать сварочную маску или удерживать мелкие привариваемые детали.

После окончания сварки часто возникает необходимость в дальнейшей обработке конструкции - снятии усиления сварных швов и их зачистке от шлака и брызг металла, осмотре швов, срезке припусков, а при необходимости - в неразрушающем контроле сварки и исправлении дефектных участков. Для выполнения этих операций также необходимо изменение положения свариваемой конструкции.

При использовании методов сварки ММА и наиболее удобными пространственными положениями шва являются нижнее (для стыковых швов) или положение «в лодочку» (для тавровых швов); при сварке MIG/MAG допускается сварка «на подъем» или «на спуск»; для некоторых деталей наиболее удобное положение шва – вертикальное (например, при сварке коротких швов на толстолистовых деталях).

Большие сложности порой возникают при сваривании рамных конструкций, для которых установлен определенный порядок наложения швов (станины и фундаменты станков, тележки железнодорожных вагонов, автоприцепы), и узлов с большим количеством кольцевых швов небольшого (до 150 - 200 мм) диаметра (воздушные или газовые ресиверы с приварной арматурой, топливные баки, автомобильные глушители, гидравлические цилиндры).

Из всего изложенного следует необходимость изменять положение свариваемых деталей и конструкций в процессе их сборки, сварки и последующей

обработки. При этом для каждой детали или группы деталей, и для каждой конкретной операции необходим индивидуальный подбор последовательности пространственных положений и сочетания различных вариантов изменения этих положений.

Учитывая современный уровень производства, все изменения пространственных положений конструкций можно свести к следующим перемещениям:

перемещения деталей при сварке в горизонтальной плоскости; перемещения в вертикальной плоскости; вращение деталей во время сварки вокруг горизонтальной оси; вращение вокруг вертикальной оси или к сочетаниям этих перемещений.

Наиболее приемлемым для сварки в условиях производства следует признать применение специального оборудования, предназначенного для различных перемещений собираемых или свариваемых конструкций, сварочных головок или сварщиков. При изготовлении конструкций небольших габаритных размеров и массы выгодней оказывается перемещать различными способами сами детали; если же конструкции имеют большие размеры, стоит применять устройства для перемещения сварочных головок или доставки сварщиков к месту сварки.

Современная промышленность располагает различными путями решения таких задач. Учитывая, что не всегда есть возможность или экономическая целесообразность применения автоматизированных сварочных установок, специализированных на сварке тех или иных деталей (или групп деталей), возникает необходимость применить устройства, предназначенные для перемещения деталей, сварочных головок или сварщиков, и обладающих достаточной универсальностью, чтобы использовать их в условиях гибкого производства.

Стоит отметить, что механическое сварочное оборудование (МСО) по целям и задачам совершенно отличается от технологической сборочно-сварочной оснастки (различных кондукторов, стапелей, стенов, крепежных приспособлений и т.д.).

Если средства технологического оснащения предназначены для выполнения основных технологических работ и разрабатываются, как правило, отдельно для каждой конкретной конструкции, то основными задачами МСО являются только изменение положения свариваемых деталей в пространстве или перемещение сварщиков или сварочных головок относительно изготавливаемых конструкций.

Важной особенностью МСО является то, что почти все его виды могут быть интегрированы в состав различных механизированных и автоматизированных комплексов. Для этого современные модели оснащаются точными приводными системами, которые через обратные связи могут взаимодействовать с системами управления таких комплексов, включая системы слежения за сварочным швом.

Классификация механического сварочного оборудования возможна сразу по нескольким признакам. Основной мы уже упомянули – это деление на группы оборудования для закрепления и перемещения свариваемых изделий, оборудование для установки и перемещения сварочных головок и оборудование для размещения и передвижения операторов-сварщиков.

Вторым критерием может служить вид перемещения конструкции или сварочных головок, который осуществляет та или иная разновидность оборудования.

Третьим признаком может являться тип привода перемещения или вращения. По этому признаку можно выделить устройства с ручным, электрическим, пневматическим и гидравлическим приводом. Однако, поскольку многие устройства имеют несколько отдельных приводов (например, привод вращения и привод подъема), то будет уместно вести речь об устройствах с системой совмещенных приводов.

### 3.2.2 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений

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

Специфическая особенность этого производства – резкая диспропорция между объемами основных и вспомогательных операций. Собственно, сварочные операции по своей трудоемкости составляют всего 25 – 30% общего объема сборочно – сварочных работ, остальные 70 – 75% приходятся на сборочных, транспортных и различных вспомогательных работ, механизация и автоматизация которых осуществляется с помощью так называемого механического сварочного оборудования. Следовательно, если оценивать роль механического оборудования в общем комплексе механизации или автоматизации сварочного производства, то их можно охарактеризовать цифрой 70 – 75% всего комплекса цехового оборудования [15, 16, 17, 18, 19, 20, 21].

Приспособление сборочно-сварочное.

Приспособление состоит из основания поз. 2 на которое устанавливаются свариваемые детали и фиксируются прижимом поз. 1. Прижим с помощью гаек поз. 5, винтов поз. 4 и пластин поз. 3 фиксирует свариваемое изделие. Установить на приспособление швеллер поз. 4 и полосу поз. 2, прижать прижимами, проварить шов. Отжать прижимы, перевернуть сб. ед., прижать прижимами, проварить шов.

Принципиальная схема приспособления приведена на рисунке 3.1.

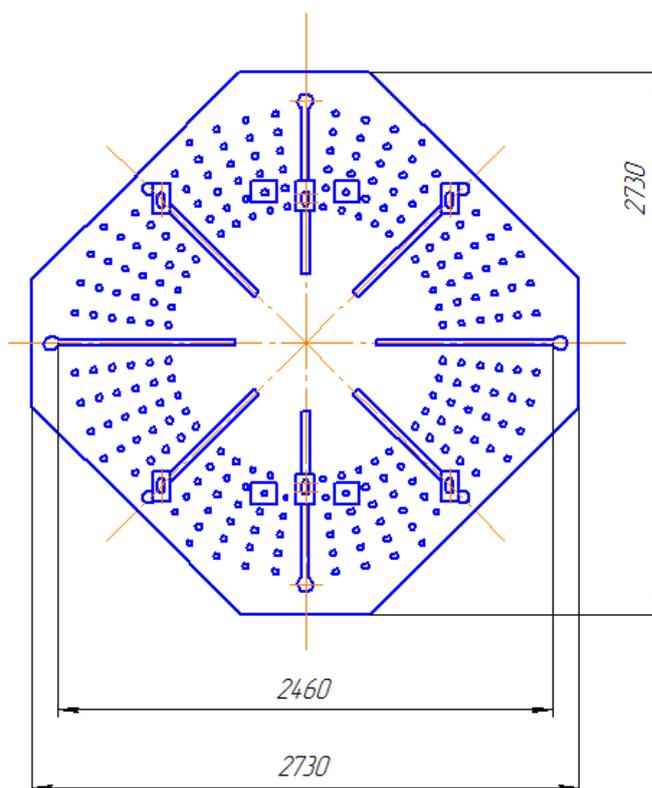


Рисунок 3.1 Принципиальная схема приспособления

### 3.2.3 Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений

Закрепление свариваемого изделия в сварочном кантователе осуществляется пневматическими прижимами которые входят в состав приспособления ( см. графическую часть проекта ФЮРА.000001.065.00.000СБ).

Пневматические прижимы- применяются в крупносерийном, серийном и массовых производствах. Имеют главное отличие от механических, в приводе фиксация деталей сборки производится в пневматических зажимных устройствах пневматическим цилиндром двустороннего действия, то есть сжатый воздух подается в цилиндр как для закрепления (зажатия) детали, так и для её расжатия. 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 [13].

Диаметр для горизонтально расположенных пневмоцилиндров определяется по формуле [14]:

$$D = 1,3 \sqrt{\frac{P}{x p_M (1 - k_{тр})}} \quad (20)$$

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:

$$P = 4F, \quad (21)$$

$$F=ma, \quad (22)$$

где  $m$ - масса изделия, кг(2020 кг);

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

Находим усилие заданного прижима:

$$F=2020*9,8=19796 ,$$

$$P=4*19796=79184 \text{ Н,}$$

Находим диаметр для горизонтально расположенных пневмоцилиндров:

$$D = 1,3 \sqrt{\frac{222800}{0,4 \times 0,9(1-0,1)}} = 296 \text{ мм}$$

Диаметр пневмоцилиндра округляем до ближайшего большего значения  
Исходя из ГОСТ 15608- 81 \*Е. Принимаем D= 320 мм.

Усилие на штоке находим по формуле [15]:

$$N = p \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \eta \quad (23)$$

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 5570 кг. Следовательно для удержания конструкции и её прижатия необходимо не менее двух пневматических прижимов. Применение двух пневматических прижимов гарантирует безопасную работу.

### 3.2.4 Работа сборочно-сварочных приспособлений

Приспособление ФЮРА.000001.065.000 СБ предназначено для сборки и сварки секции переходной. Изделие выставляется по упорам и прижимается пневматическими прижимами. Боковины секции переходной дополнительно фиксируется гайкой. Расстояние между деталями и их взаимное расположение, обеспечивается подпорками.

### 3.3 Технологическая часть

#### 3.3.1 Технологический анализ выбранного производства

При разработке проекта в производстве изделия большое значение имеет определение целесообразных форм организации производственных процессов выпуска заданной продукции.

В зависимости от числа различных заданных видов изделий и повторяемости их изготовления может быть установлена принадлежность проектируемого цеха к определённому типу производства (единичное, мелкосерийное, крупносерийное, массовое). Однако не редко в одном цехе предусматривают организацию производства разных типов. Строгих границ между различными типами производств не существует [16].

Краткие характеристики перечисленных видов производств сводятся к следующему.

Единичное и мелкосерийное производство отличается большой и неустойчивой номенклатурой выпускаемых изделий. В производственном процессе применяют универсальное оборудование «переналаживаемую оснастку». Отсутствует закрепление заготовок и деталей за оборудованием. В основном использует общецеховой транспорт.

В серийном производстве номенклатура выпускаемых изделий ограничена и достаточно устойчива. Изготовление изделий производят периодически повторяющимися сериями на специализированных участках. Применяют универсальное оборудование. Характерно применение простой и комбинированной оснастки. Используют общецеховой и напольный транспорт.

В крупносерийном производстве номенклатура выпускаемых изделий весьма ограничена и устойчива. Изделия производят периодически повторяющимися крупными сериями на специализированных участках, механизированных переменного-поточных линиях. Применяют специализированное оборудование,

специальные приспособления. Широко используют подвесной и напольный транспорт.

Массовое производство отличается весьма устойчивой номенклатурой выпускаемой продукции, включающей один (редко два или три) тип изделия в большом количестве. Изделия производят с постоянным ритмом потока на комплексно-механизированных и автоматических поточных линиях с применением специализированного межоперационного транспорта [16].

На основании вышеизложенных характеристик, учитывая, что годовая программа выпуска продукции составляет  $N=150$  штук, а масса секции переходной равна 2020 кг, заключаем, что проектируемое сварочное производство относится к типу серийного.

### 3.3.2 Общая структура процесса изготовления сварной конструкции

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

После этого производят сборку деталей поз. 2; 5 используя сборочно-сварочное приспособление согласно чертежу, здесь же устанавливают детали поз. 4 совместно с поз. 6; 7. Далее устанавливают деталь поз. 1. После производится установка дет. поз. 10(2 шт.), поз. 8 (2 шт.) по месту, поз. 9 (2 шт.) фиксируемых болтами, поз. 18 (4 шт.), поз. 19 (2 шт.), установ. 2 поз. 11, 12 по месту, фиксируемых болтами поз. 20 (14 шт.), установ. поз. 17 (4 шт.)

Детали прихватываются в порядке установки, далее изделие перемещается на кантователь сварочный 359-981 и произвести сварку деталей в среде смеси газов  $Ar + CO_2$ . Далее следует слесарная обработка и контроль.

Технологичность сварной конструкции.

Технологичность сварных конструкций - одно из главных условий ускорения научно-технического прогресса в сварочном производстве, снижение металлоёмкости и энергоёмкости, себестоимости, повышения их качества и надёжности [17].

Сварная конструкция считается технологичной, в случае если она сконструирована из такого количества элементов, с приданием им таких размеров и форм, использованием таких видов и марок материалов и оборудования, оснастки и способов организации производства, которые при данном объёме выпуска и полном выполнении эксплуатационных функций гарантируют простое и экономичное изготовление конструкций, узлов и деталей, судят, сначала, по их себестоимости. К технологичным обычно относятся конструкции с самой низкой себестоимостью, а сварные конструкции из огромного количества металлоёмких элементов, изготовление которых известными способами и средствами невозможно, или вызывает затруднение и усложнение технологических операций, увеличения трудоёмкости, повышение производительности цикла и увеличение себестоимости относят к не технологичным.

На стадии проектирования сварных конструкций уровень технологичности должен оцениваться по всей совокупности показателей, охватывающий заготовительную, обрабатывающую и сборочно-сварочную стадии производства.

Перечень показателей технологичности сварных конструкций устанавливается в зависимости от состава и характера факторов, к которым относятся число и конструктивно-технологическая сложность элементов (заготовок, деталей, узлов), используемых при изготовлении сварной конструкции; уровень унификации, стандартизации и взаимозаменяемости элементов конструкции; степень соответствия размеров и форм готовых деталей; количество обрабатываемых поверхностей; требование к качеству обработки, к точности сборки под сварку; объём трудоёмких подгоночных операций; использование новых материалов.

Оценка технологичности.

Технологичность - совокупность свойств конструкции, определяющих её приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, техническом обслуживании и ремонте для заданных показателей качества, объёма выпуска и условий выполнения работ [18].

Технологичность конструкции изделия может быть различной для разных типов производства и должна рассматриваться в комплексе с заготовительными операциями.

Для толщин от 3 до 6 мм используются механические способы резки, так как этот метод является наиболее целесообразным.

Использование прессы или гильотинных ножниц позволяет обеспечить достаточно хорошее качество кромок, что позволяет не применять дополнительной механической обработки для обеспечения необходимого качества кромок.

Использование стационарных листов, рациональное расположение деталей и заготовок на поверхности листа обеспечивает достаточно высокий коэффициент использования металла.

Применение сборочных и сборочно-сварочных приспособлений позволяет до минимума сократить потери рабочего времени на установку и кантовку при сварке. Это позволяет снизить трудоёмкость и длительность производственного процесса.

### 3.3.3 Сравнительная оценка вариантов технологического процесса изготовления изделия и выбор оптимального

Весь технологический процесс представляет собой последовательность взаимосвязанных операций.

В предлагаемом и исходном вариантах технологического процесса работы, сопряжённые с нагрузками, выполняются с применением кран-балки.

В базовом варианте все сборочно-сварочные операции производились на плите, а в предлагаемом сборка и сварка секции переходной производится с использованием сборочно-сварочного приспособления, в котором используются пневматические прижимы, обеспечивающие точность сборки, а также имею главное преимущество на механическими, обладая значительной упругостью, что компенсирует деформации свариваемых изделий.

### 3.3.4 Техническое нормирование операций

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

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

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 [8].

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

$$T_{ш} = (T_{н.ш.к} \cdot L + t_{ви}) \cdot K_n, \quad (4.1)$$

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]

$$T_{н.ш.к} = (T_0 + t_{ви}) \cdot \left(1 + \frac{a_{обсл} + a_{от.л} + a_{n-3}}{100}\right) \quad (4.2)$$

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]:

$$T_o = \frac{F \cdot \gamma \cdot 60}{I \cdot \alpha_n} \quad (4.3)$$

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

$I$  - сила сварочного тока, А;

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

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

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

Исходные данные:

- а) марки сталей: 14ХГ2САФД и 12ДН2ФЛ;
- б) марка электродной проволоки: Св-08Г2С-О; Св-08ГСМТ
- в) шов №6 ГОСТ 14771-76-Т1-Δ15;
- г) длина шва - 136 мм;
- д) положение шва нижнее;
- е) площадь поперечного сечения наплавленного металла шва  $F=81$  мм<sup>2</sup>;
- ж) коэффициент наплавки для сварочной проволоки Св-08ГСМТ, Св-08Г2С-О при механизированной сварке легированных сталей в среде Ar + CO<sub>2</sub>,  $\alpha_n = 15$  г/(А·ч) [8].

з) из расчёта режима сварки принимаем величину сварочного тока  $I=260\text{A}$ .

При сварке в смеси газов  $K_{шт}=1$ . Определяем основное время сварки по формуле [8]:

$$T_o = \frac{130,2 \cdot 7,8 \cdot 60}{260 \cdot 15} = 15,62 \text{ мин} = 0,26 \text{ ч.}$$

Неполное штучно-калькуляционное время находим по формуле (4.2), с учётом того, что  $t_{вш}$  согласно картам составляет 0,5 мин.

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

Норму штучного времени определяем по формуле (4.1) с учётом того, что  $t_{вн}$  согласно картам 78-87 [9] равен 0,78 мин.;  $K_{п} = 1,2$  согласно карте 90, то:

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

В предлагаемом технологическом процессе время сборки сокращается за счет использования приспособления ФЮРА 000001.065.00.000 СБ

Проведем расчет норм времени для предлагаемого и базового технологического процесса, результаты сведем в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 - Нормы времени на изготовление основания

№ опер.	Базовый техпроцесс		Предлагаемый техпроцесс	
	Наименование операции	$T_{шт}$ , мин	Наименование операции	$T_{шт}$ , мин
1	2	3	4	5
005	Комплектование	Учтено в сб. опер.	Комплектование	Учтено в сб. опер.
010	Сборочная	70,8	Сборочная	70,8
015	Сварка	67,4	Сварка	67,4

020	Контроль	-	Контроль	-
025	Сборочная	223,2	Сборочная	136,6
030	Сварка	1460,2	Сварка	924,3
1	2	3	4	5
035	Слесарная	24	Контроль	-
040	Контроль	-	Сборочная	70,6
045	Сборочная	102	Сварка	725,1
050	Сварка	1513,2	Слесарная	-
055	Контроль	-	Контроль	-
060	Сборочная	85,2	Сборочная	102
065	Сварка	1309,2	Сварка	1445,5
070	Контроль	-	Контроль	-
1	2	3	4	5
075	Сборочная	80,4	Сборочная	85,2
080	Сварка	894,6	Сварка	1189,2
085	Слесарная	280,8	Контроль	-
090	Контроль	-	Сборочная	80,4
095	Контроль ЦЗЛ	-	Сварка	894,6
100	Мехобработка	По отд. ТП	Слесарная	280,8
105	Сборочная	3,6	Контроль	-
110	Сварка	18	Контроль ЦЗЛ	-
115	Слесарная	2,4	Мехобработка	По отд. ТП
120	Контроль	-	Сборочная	3,6
125			Сварка	18
130			Слесарная	2,4
135			Контроль	-
	Итого	6135	Итого	6096,5

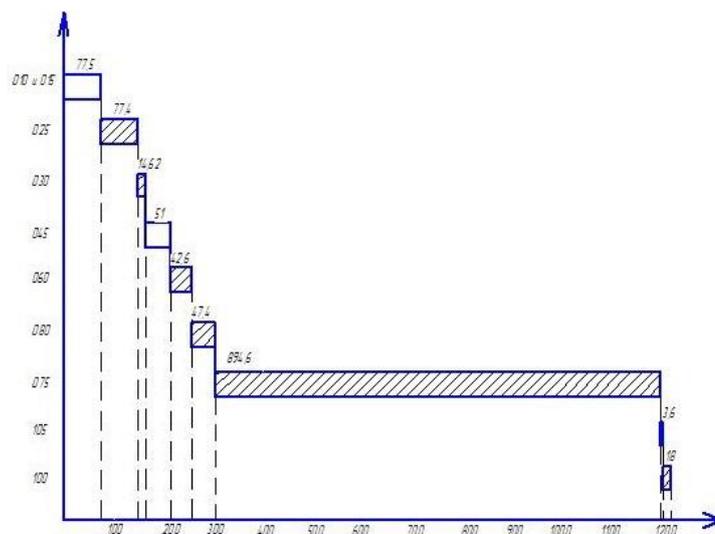


Рисунок 2 График производственного цикла

### 3.3.5 Выбор технологического оборудования

Выбираем источники сварочного тока и сварочный аппарат для автоматической сварки.

Для 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 инверторный сварочный полуавтомат MIG-357DT2 "Барс" с переносным механизмом подачи проволоки (МПП) [11].

Технические характеристики MIG-357DT2 "Барс"

Напряжение питающей цепи, В	3x380 ( $\pm 15\%$ )
Род тока	DC
Номинальный ток, потребляемый от сети, А	19,4
Номинальный сварочный ток, А	

ПН 60%	350
ПН 100%	269
Диапазон регулирования сварочного тока в режиме MMA, А	10...350
Диапазон регулирования сварочного тока в режиме MIG/MAG, А	30...350
Диапазон регулирования рабочего напряжения, В, в режиме MIG/MAG	15,0-36,0
Напряжение холостого хода, В	60
Номинальная потребляемая мощность, кВА	14
Тип механизма подачи проволоки	встроенный, SSj-15
Число ведущих роликов	4
Мощность двигателя механизма подачи, Вт	80
Охлаждение	Принудительное
Диаметр проволоки:	0,8-1,2
Масса проволоки на кассете, кг, не более	18
Время продувки газа после сварки, с	1
Скорость подачи проволоки, м / мин	1,5-18
Коэффициент мощности	0,93
Габаритные размеры, мм	595x285x438
Масса (с МПП и тележкой), кг	70,0

Для подогрева применим универсальную ацетилено-кислородную горелку ГЗ-03 [12].

#### Технические характеристики ГЗ-03

Наименование	Величина
Внутренний диаметр присоединительного рукава, мм.	9

Масса, кг 1,2

#### Блок подачи холодной присадочной проволоки

Скорость подачи, м/мин 0,2-6

Привод подачи 4 ролика, цифровая обратная связь по скорости

Частота импульсов макс., Гц 5

Напряжение питания, В 230

Частота питания, Гц 50/60

Разъем питания ударопрочный

Для сварки в среде защитного газа плавящимся электродом нужен источник тока, обеспечивающий ток сварки  $I_c = 260-280$  А. Согласно требуемым условиям выбираем й сварочный выпрямитель ВС-300Б

#### Технические характеристики ВС-300Б

Питание сети,	380 В, 50 Гц, 3 фазы
Номинальный сварочный ток, А (при ПВ, %)	300 (80)
Пределы регулирования сварочного тока, А	50-350
Номинальное рабочее напряжение, В	32
Напряжение холостого хода, В, не более	45
Количество ступеней регулирования	20
Потребляемая мощность, кВа, не более	25
Масса, кг, не более	120
Габариты, мм, не более	850x420x800
Напряжение питающей цепи, В	380 ( $\pm 10\%$ )
Род тока	DC
Номинальный сварочный ток, А	300
Диапазон регулирования сварочного тока в режиме, А	60...300
Диапазон регулирования рабочего напряжения, В	12-38

Число ступеней регулировки напряжения	30
Первичный ток, А, не более	32,5
Продолжительность включения (ПВ), %	60
Напряжение холостого хода, не более, В	45
Габаритные размеры, мм	775x595x715
Масса, кг	140,0

### 3.3.6 Контроль технологических операций

#### Операционный контроль сварочных работ

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

Перед началом сварки проверяется:

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

В процессе сварки проверяется:

- режим сварки;
- последовательность наложения швов;
- размеры накладываемых слоев шва и окончательные размеры шва;

- выполнение специальных требований, предписанных ПТД;
- наличие клейма сварщика на сварном соединении после окончания сварки.

Контроль сварных соединений стальных конструкций

Контроль качества сварных соединений стальных конструкций производится: А

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

- неразрушающими методами (радиографированием или ультразвуковой дефектоскопией) в объеме не менее 0,5% длины швов. Увеличение объема контроля неразрушающими методами или контроль другими методами проводится в случае, если это предусмотрено чертежами КМ или НТД (ПТД).

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

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

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

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

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

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

Сварные соединения, контролируемые при отрицательной температуре окружающего воздуха, следует просушить нагревом до полного удаления замерзшей воды

### 3.3.7 Разработка технической документации

Документацией является описание внешнего вида, назначения, составных частей и технологии производства изделия. В нее входят чертежи, пояснительные записки, технологический процесс, список оборудования и план производственного участка.

Технологический процесс производства основания приведен в приложении В.

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

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

Конструктивные элементы подготовки кромок, размеры зазоров при сборке сварных соединений, а также выводных планок и предельные отклонения размеров сечения швов должны соответствовать требованиям рабочих чертежей, а при их отсутствии — величинам, указанным в ГОСТ5264, ГОСТ 8713, ГОСТ 14771, ГОСТ 11534 на швы сварных соединений.

Все местные уступы и неровности, имеющиеся на собираемых деталях и препятствующие их соединению в соответствии с требованиями чертежей,

надлежит до сборки устранять зачисткой в виде плавных переходов с помощью абразивного круга или напильника.

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

- на элементах из сталей С235 до С285 — до удаления следов резки;
- на элементах из сталей С345 до С375 — с удалением слоя толщиной не менее 1 мм;
- на элементах из сталей С390 и С440 — с удалением слоя толщиной не менее 2 мм.

Поверхности кромок не должны иметь надрывов и трещин.

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

Огневую резку кромок деталей сталей С345 и более прочных при температуре окружающего воздуха ниже минус 15°С нужно проводить с предварительным подогревом металла в зоне реза до 100°С.

Предварительный подогрев может выполняться ручными газовыми резаками или горелками.

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

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

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

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

Катет шва прихваток под ручную дуговую сварку угловых и тавровых соединений должен быть равен катету шва, установленному рабочей документацией. В этом случае прихватки последующей переплавке не подлежат.

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

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

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

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

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

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

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

Первичным документом по сварке является журнал сварочных работ, который оформляется в соответствии с требованиями СНиП 3.03.01—87.

Проектной организацией, разрабатывающей проект производства работ (ППР) по монтажу металлоконструкций, составляется перечень узлов, подлежащих сдаче заказчику с указанием сварочной документации, которая должна оформляться в соответствии с настоящим разделом РД и сдаваться заказчику.

Перечень согласовывается с заказчиком и сдается ему после окончания монтажа вместе со сварочной документацией.

На каждое свариваемое изделие оформляется, кроме журнала сварочных работ, следующая техническая документация:

- а) исполнительная схема (сварочный формуляр) монтажных стыков (приложение 16);
- б) сертификаты (или их копии) на электроды, проволоку и флюс, использованные при производстве работ по сварке данного изделия;
- в) акты на проверку внешним осмотром сварных соединений (приложение 17);
- г) заключения по ультразвуковому или радиографическому контролю сварных соединений (приложения 18 и 19).

### 3.4 Организационная часть

#### 3.4.1 Выбор и обоснование прогрессивных форм организации производства

Организация труда (ОТ) – это комплекс мероприятий, направленных на повышение производительности труда рабочих. Организация труда – это процесс внесения в существующую организацию труда новейших усовершенствований, повышающих производительность труда. Совершенствование научной организации труда должно развиваться по следующим направлениям: разработка рациональных форм разделения труда, подготовка и повышение квалификации кадров, рациональная организация трудового процесса, обеспечение благополучных условий труда, внедрение рациональных режимов труда, соблюдение трудовой дисциплины [22].

Совершенствование работы по НОТ на современном этапе характеризуется проведением комплексных исследований с привлечением научных дисциплин – экономики, социологии, технической эстетики, гигиены труда. Внедрение научной организации труда на предприятии позволяет решить следующие задачи: обеспечение полного использования современного оборудования, техники и технологии производства, внедрение целесообразных форм разделения труда, сокращение затрат труда на производство продукции, повышение уровня материального благосостояния трудящихся, регулярное повышение производительности труда и качества выпускаемой продукции.

В решении этих задач большое значение отводится целесообразному разделению труда и расстановке рабочей силы на производстве, научно обоснованной организации труда на рабочих местах [22].

### 3.4.2 Меры по совершенствованию организации труда и управлению производственным процессом

Основными мерами по совершенствованию организации труда являются: подготовка и повышение квалификации кадров, внедрение рациональных форм разделения труда, рациональная организация трудового процесса; обеспечение благоприятных условий труда; совершенствование нормирования труда.

Различают три основные формы разделения труда: функциональную, технологическую и квалификационную.

Функциональное разделение труда предлагает подразделение всех работников предприятия на отдельные группы, в зависимости от выполняемых ими функций на производстве. Задача функционального разделения труда состоит в том, чтобы выбрать такой вариант распределения работ между исполнителями, который обеспечивал бы высокую производительность труда, хорошее качество изделий, рациональное использование оборудования и производственных площадей [22].

В сварочном производстве необходимо максимально освобождать сварщиков от выполнения вспомогательных и обслуживающих операций.

Обслуживание рабочего места сварщика должно быть построено таким образом, чтобы он своевременно получал производственное задание и необходимую техническую документацию. Сварочные материалы, инструменты и приспособления должны доставляться на рабочее место сварщика вспомогательными рабочими. Сборка изделий под сварку, как правило, производится слесарями сборщиками. Зачистку кромок перед сваркой, а также зачистку швов от шлака и брызг металла поручают, как правило, подсобным рабочим.

Технологическое разделение труда состоит в разбивке всего производственного процесса на технологически однородные операции. Отсюда деление рабочих по профилям. Каждой профессии соответствует чётко ограниченный

круг работ. Так, например, профессия сварщика подразделяется на специализации электросварщика ручной дуговой сварки, газосварщика, электросварщика на автоматических машинах, электросварщика на полуавтоматических машинах, сварщика на машинах контактной сварки и т.д.

Квалификационное разделение труда состоит в том, что в зависимости от сложности выполняемой работы все работы и профессии рабочих различаются по квалификационным разрядам. Такое разделение труда производится с учётом производственных навыков рабочих, опыта в работе, владения теоретическими знаниями общего уровня образования необходимого для выполнения определённого круга работ.

Разделение работ по квалификации рабочих позволяет освободить рабочего высокой квалификации от работ, выполнение которых требует простого труда. Выполнение рабочим операции, требующей более высокой квалификации, может привести к снижению производительности труда появлению брака в работе.

С разделением труда связана расстановка рабочих на производстве. При этом возможна такая расстановка, при которой работа может выполняться индивидуально и коллективно.

При индивидуальной организации труда на каждом рабочем месте работает один рабочий. Для неё характерно закрепление за рабочим местом одинаковых или близких по сложности операций.

При коллективной организации труда применяют такие формы, как бригадная работа, совмещение профессий, многостаночное оборудование.

Внедрение научной организации труда на рабочих местах сварочных участков должно обеспечить необходимые условия для эффективной и качественной работы сварщиков с минимальными затратами сил и рабочего времени. Повышение производительности труда и качества сборки и сварки может быть достигнуто в результате осуществления технических (оснащение рабочих мест

современным оборудованием и сборочно-сварочными приспособлениями) и организационных (совершенствование организации рабочих мест с учётом эргономических факторов – выбора оптимальной рабочей зоны, уменьшение нагрузок на двигательную-мышечную систему сварщика и т.д.) мероприятий. Они позволяют также уменьшить утомляемость сварщика, сохранять высокую работоспособность в течение всей смены.

Большое значение для организации труда сварщиков имеет современная организационная и технологическая оснастка, которая служит для обеспечения высокого качества работ, наиболее удобных условий работы, хранения и размещения на рабочем месте приспособлений, инструмента, свариваемых деталей и сборочных единиц; сварочных материалов, технической документации и т.п.

Организация труда на рабочем месте в большой степени зависит от его планировки. Правильно запланировать рабочее место – значит рационально расположить оборудование, приспособления, инструмент, свариваемые детали и сборочные единицы, сварочные материалы, наиболее экономно использовать производственную площадь. На рабочих местах должны быть обеспечены нормальные санитарно-гигиенические и эстетические условия труда работающих. Сюда входит надлежащее освещение рабочих мест, поддержание нормальной температуры воздуха, хорошая вентиляция помещения, сокращение производственного шума и вибраций, цветовое оформление стен и оборудования, чистота и порядок на рабочем месте, применение соответствующие спецодежды и т.д.

Мероприятия по улучшению технологического процесса:

1. Рациональный выбор сварочного оборудования.

2. Повышение уровня механизации за счет внедрения приспособления ФЮРА.000001.065.100.000 СБ и кантователя 359-981.

### 3.5 Расчет основных элементов производства

#### 3.5.1 Определение требуемого количества оборудования и приспособлений

К основным элементам производства относятся рабочие, оборудование, материалы и энергетические затраты [24].

Необходимое количество оборудования и приспособлений  $C_p$ , шт, определяется по формуле [24]:

$$C_p = \frac{T_{шт} \cdot N_{г}}{60 \cdot F_{д} \cdot K_{вн}}, \quad (3.31)$$

где  $T_{шт}$  – штучное время на операции для одного изделия, мин;

$N_{г}$  – программа выпуска изделий,  $N_{г}=150$  шт;

$F_{д}$  – действительный годовой фонд времени работы оборудования в двухсменном режиме, час/год;

$S$  – количество смен работы оборудования;

$k_{вн}=1,15$  – коэффициент выполнения нормы выработки.

Примем, что номинальный фонд рабочего времени при односменном режиме работы составляет 1976 ч.

$\Phi_{н}$ — номинальный фонд рабочего времени при работе в одну смену равен 1975 часов, найдем действительный отняв от номинального процент потерь времени:

$$\Phi_{д} = \Phi_{н} - 5\% = 1975 - 5\% = 1877 \text{ ч.},$$

Коэффициент загрузки оборудования и приспособлений  $k_{з0}, \%$ , определяется по формуле [24]:

$$K_{30} = \frac{C_p}{C_n} \cdot 100\% , \quad (3.32)$$

где  $C_p$  – расчетное количество оборудования и приспособлений, шт.;

$C_n$  – принятое количество оборудования и приспособлений, шт.

Результаты расчета количества единиц оборудования на операцию приведены в таблице 3.9

Таблица 3.9 - Количество оснастки необходимого для изготовления изделия и коэффициент их загрузки

Номер операции	Наименование	$T_{ш}$ , мин	$C_p$ , шт	$C_n$ , шт	$K_{30}$ ,
Базовый технологический процесс					
010-040	Плита сборочная	1845,6	1,2	2	60
045-055	Манипулятор сварочный	1615,2	1,1	2	53
060-055	Плита сборочная	2674,2	3,20	2	87
Предлагаемый технологический процесс					
010-055	Приспособление ФЮРА.000001.065.00.000СБ	1994,8	1,3	2	65
060-070	Манипулятор сварочный	1556,5	2,61	2	50
075-135	Плита сборочная	2554,2	2,29	2	83

Определяем необходимое количество сварочного оборудования и данные расчета сводим в таблицу 3.10.

Таблица 3.10 - Количество сварочного оборудования, необходимого для изготовления изделия и коэффициент его загрузки

Технологический процесс	$C_n$ , шт	$K_{30}$
Базовый	6	56,6
Предлагаемый	6	56,6

### 3.5.2 Определение состава и численности работающих

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

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

Определим необходимое количество основных рабочих. Основными считаются те рабочие, которые заняты выполнением операций технологического процесса по изготовлению продукции. Численность основных рабочих рассчитывается для двухсменного режима работы. Затем полученное число рабочих распределяют по сменам и по операциям технологического процесса в зависимости от загрузки оборудования на этих операциях.

Расчетная величина численности основных рабочих получается дробной, поэтому ее округляют до целого числа в большую сторону и называют принятой  $P_{п}$ .

Количество основных рабочих – списочное и явочное определяется по формуле:

$$P_{сп} = \frac{N \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_{д}}, \quad (3.33)$$

$$P_{яв} = \frac{N \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_{н}}, \quad (3.34)$$

где  $N$  – годовая программа выпуска изделия, шт,  $N = 150$  шт.;

$T_{шт}$  - трудоемкость технологического процесса, мин;

$F_{н}$ - номинальный фонд рабочего времени, ч,  $F_{н}=1976$  ч;

$F_{д}$  – действительный фонд рабочего времени, ч,  $F_{д} = 1739$  ч;

$P_{яв}$  и  $P_{сп}$  – расчетные значения соответственно явочного и списочного состава производственных рабочих, результаты заносим в таблицу.

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

- вспомогательные рабочие - 25 % от количества основных рабочих [17];
- ИТР – 8 ПРОЦЕНТОВ от суммы основных и вспомогательных рабочих [18];
- младший обслуживающий персонал (МОП) – 2 ПРОЦЕНТА от суммы основных и вспомогательных рабочих [18];
- контролеры качества продукции – 1 % от суммы основных и вспомогательных рабочих [18].

Количество рабочих на участке приведены в таблице 3.11

Таблица 3.11- Количество рабочих на участке

Вариант технологического процесса	Базовый	Предлагаемый
Трудоемкость $T_{ш}$ , мин.	6136,8	6096,5
Расчетное/принятое списочное число основных рабочих $P_{сп}$ и $P_{п}$ , чел.	8,64/9	8,59/9
Расчетное/принятое явочное число основных рабочих $P_{яв}$ и $P_{п}$ , чел.	7,59/8	7,55/8
Расчетное/принятое число вспомогательных рабочих $P_{яв}$ и $P_{п}$ , чел.	2	2
Расчетная/принятая численность ИТР, чел.	0,88/1	0,88/1
Расчетная/принятая численность МОП, чел.	0,4/1	0,4/1
Расчетная/принятая численность контролеров, чел.	0,11/1	0,11/1

### 3.6 Пространственное расположение производственного процесса

#### 3.6.1 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 [18].

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

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

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

- вспомогательные отделения: цеховой склад металла, промежуточный склад деталей и полуфабрикатов с участком их сортировки и комплектации, межоперационные складочные участки и места, склад готовой продукции цеха с контрольными и упаковочными подразделениями и погрузочной площадкой; кладовые электродов, флюсов, баллонов с горючими и защитными газами, инструмента, приспособлений, запасных частей и вспомогательных материалов, мастерская изготовления шаблонов, ремонтная, отделение электромашинное, ацетиленовое, компрессорное, цеховые трансформаторные подстанции;

- административно - конторские и бытовые помещения: контора цеха, гардероб, уборные, умывальные, душевые, буфет, комната для отдыха и приема пищи, медпункт [18].

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.

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

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

Эти требования обуславливаются главным образом индивидуальными особенностями заданных сварных конструкций и соответствующих рационально выбранных способов их изготовления; характерными особенностями типа производства и организационных форм его существования; степенью производственной связи основных отделений и участков с другими производственными и вспомогательными отделениями цеха [18].

Для проектируемого участка сборки и сварки секции переходной принимаем схему компоновки производственного процесса с продольным направле-

нием производственного потока. Направление производственного потока на таком участке совпадает с направлением, заданным на плане цеха. Продольное перемещение обрабатываемого металла и изготавливаемых деталей, сборочных единиц и изделий выполняется кран – балкой, а поперечное (на складах) – автокарами либо краном мостов.

### 3.6.3 Планировка заготовительных отделений

Заготовительные отделения сборочно-сварочного цеха обычно располагают в продольных пролетах. При этом они либо служат продолжением продольных пролетов сборочно-сварочных отделений, либо располагаются параллельно этим пролетам.

Заготовительные отделения для данной компоновки, когда пролеты сборочно-сварочного и заготовительного отделений составляют продолжения один другого, планируют в следующем порядке:

- из общего количества различных сортов металла, подлежащего обработке в заготовительном отделении, выделяют группы сходных сортаментов, поддающихся обработке на одинаковых группах станков;
- общее количество станков различных типоразмеров подразделяют на количество групп, равное установленному выше количеству групп подлежащих обработке сортаментов металла;
- количество групп станочного оборудования, полученное на основе описанных выше данных, размещают в пролетах заготовительного отделения, число которых равно установленному ранее числу пролетов сборочно-сварочного отделения [18].

Если при планировке заготовительного отделения требуемое число пролетов последнего получается меньше установленного количества пролетов для сборочно-сварочного отделения, площадь, остающаяся в пролетах, не занятых

заготовительным отделением, используют для размещения различных вспомогательных производств и помещений (мастерских – инструментальной, ремонтной) [18].

### 3.6.4 Планировка сборочно-сварочных отделений и участков

При разработке плана отделений узловой и общей сборки и сварки основным является определение требуемого числа пролетов и необходимых размеров каждого из них – длины, ширины и высоты.

При детальном проектировании основным методом уточнения указанных параметров плана отделений сборки и сварки служит последовательное размещение на плане принятого по расчету количества оборудования, сборочно-сварочных стендов и других рабочих мест. При этом стремятся не только обеспечить точность производства и наиболее рациональную специализацию работ в каждом пролете, но также достигнуть наилучшего использования грузоподъемности транспортных средств. Число пролетов уточняют на основе наиболее рациональной специализации располагаемых в них сборочно– сварочных работ [22, 23].

В типовой схеме цеха с продольным направлением производственного потока процессы как узловой, так и общей сварки каждого изделия расположены в одних и тех же продольных пролетах, специализация которых осуществляется по производству отдельных типов заданных для изготовления изделий. В связи с этим для рассматриваемой схемы планировки цеха необходимое число пролетов зависит от количественного соотношения заданных к производству изделий разных типов. В таком случае требуемое число пролетов можно приближенно оценить на основе их специализации с уточнением его в процессе последующего размещения оборудования и рабочих мест на плане проектируемого цеха.

Расстояние между рабочим местом или ограждением сварочной кабины и складочным местом для прибывающих деталей и сборочных единиц, а также для

сборочных единиц, отправляемых с данного рабочего места на следующие рабочие места рассматриваемой линии, принимают в пределах 1-1,6 м [22, 23].

Ширину проезда между двумя линиями рабочих мест, расположенными в одном пролете, принимают в пределах 2-3 м (в случае, если ширина участка составляет не менее 18 м). Такая ширина необходима для обеспечения свободного проезда средств внутрицехового напольного транспорта. Также ширина проходов составляет по 1 м с каждой стороны сборочно-сварочного устройства. Эти проходы необходимы для перемещения рабочих в процессе выполнения ими работ на данном рабочем месте [22, 23].

Согласно нормам технологического проектирования высота производственных помещений от пола до потолка составляет не менее 4,5 м.

На сварочном участке расположены сварочный полуавтомат MIG-357DT2 "Барс" с переносным механизмом подачи проволоки, сварочный автомат А-1406 с инверторный сварочный выпрямитель ВС-300 и приспособления сборочно-сварочные трех видов. Перемещения заготовок и изделия осуществляется кран-балкой.

### 3.6.5 Расчет и планировка административно-конторских и бытовых помещений

При каждом сборочно-сварочном цехе либо в отдельном здании должны быть предусмотрены необходимые административно-конторские и бытовые помещения. Исключение составляют сборочно-сварочные цеха малой производительности, размещаемые в общем, здании с другими цехами завода.

Правила проектирования административно-конторских и бытовых помещений, сооружаемых при цехах промышленных предприятий, изложены в «Санитарных нормах проектирования промышленных предприятий».

Перечень этих помещений, составленный применительно к проекту сборочно-сварочного цеха средней либо большой мощности представлен ниже.

Административно-конторские помещения: контора цеха, контора сменного технологического персонала. Бытовые помещения: гардеробные, уборные, умывальные, душевые, помещения для приема пищи, цеховой здравпункт.

Все бытовые и конторские отделения часто размещают в особой пристройке к основной производственной части здания цеха. Местоположение и общую компоновку этой пристройки с остальной частью здания цеха выбирают таким образом, чтобы при увеличении масштабов производства бытовые помещения не могли служить препятствием для расширения производственной части здания.

Взаимное расположение отдельных помещений пристройки определяется целесообразностью и удобством эксплуатации их в соответствии с местными условиями, вытекающими из общей планировки всего цеха в целом. Поэтому планировка бытовых и административно-конторских помещений зависит от следующих положений:

- при многоэтажном расположении, на первом этаже должны находиться и комната сменного технического персонала, и гардеробные, уборные, умывальные и душевые;

- в целях сокращения пути, гардеробные следует располагать, возможно, ближе к выходам;

- в непосредственной близости от прохода в цех, рядом с гардеробными должны находиться уборные, умывальные и душевые.

- контора цеха должна быть расположена по соседству с кабинетом начальника цеха. Контора для сменного технического персонала по возможности должна иметь выход непосредственно в производственные пролеты цеха.

Таблица 3.12 – Планировка административно-конторских и бытовых помещений

Помещения			Площадь, м <sup>2</sup>
-----------	--	--	-------------------------

	Расчетная единица	Условия для определения требуемого количества расчетных единиц	Полезная	Общая
1	2	3	4	5
Контора цеха	Рабочее место	Один стол на каждого сотрудника	-	4x3
Гардеробные	Индивидуальный шкаф 0,35x0,5 м	Один шкаф на каждого работающего по списочному составу	0,18	0,43x15
Уборные	Кабина 1,2x0,9 м Шлюз (тамбур)	При максим. явочном числе работающих в смену до 20 чел.	1,08 -	3,06x8 6,8
	Место для переодевания 0,7x0,5 м	Три места на каждую кабину	0,35	1x6
	Тамбур	Между душевой и раздевальной один тамбур	-	4
Помещения для приема пищи	Комната	1 м <sup>2</sup> /чел. По явочному составу	-	1x8

#### 4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

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

Крепь механизированная МКЮ 2У.75 является конкурентоспособной, конкурентами предприятия являются предприятия таких стран как: Китай, Польша, также выпускающих горношахтное оборудование.

Финансирование проекта осуществляется на 50% за счет заказчика, а 50% берет предприятие в банке. Погашение кредита будет осуществляться в соответствии с графиком утвержденным банком выдавшем кредит с учетом процентной ставки банка. Окончательный расчет с банком осуществляется после сдачи оговоренной партии изделия заказчику, и окончательного расчета заказчика с предприятием.

##### 4.1 Сравнительный экономический анализ вариантов

Экономическая часть предназначена для экономической оценки производственного процесса.

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.

Определение приведенных затрат производят по формуле [20]:

$$Z_n = C + E_n \cdot K, \quad (4.1)$$

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

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

$K$  - капиталовложения, руб/ед.год.

В предлагаемом технологическом процессе применим сборочно-сварочное приспособление и кантователь. Для данного вида сварки применим современное российское сварочное оборудование, которым заменим дорогостоящее оборудование фирмы Magtronik 500 W и механизм подачи электродной проволоки PDE 7FW.

Проведем технико-экономический анализ сравнения базового и предлагаемого вариантов. Нормы штучного времени базового и предлагаемого технологических процессов изготовления секции переходной приведены в таблице 4.2.

#### 4.1.1. Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

Капитальные вложения в оборудование определяем по формуле:

$$K_{co} = \sum_{i=1}^n \Pi_{oi} \cdot O_i \cdot \mu_{oi}, \quad (4.2)$$

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

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

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

Цены на оборудование берутся за 01.01.2018 (смотри таблицу 4.1).

Таблица 4.1 – Оптовые цены на сварочное оборудование

Наименование оборудования	Ц <sub>о</sub> , руб
Базовый технологический процесс	
Magtronik 500 W      1 шт.	182695
PDE-7FW              1шт.	
Предлагаемый технологический процесс	
полуавтомат MIG-357DT2 "Барс" 1шт.	123760
BC-300Б	

Капитальные вложения в сварочное оборудование приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 - Капитальные вложения в сварочное оборудование

Наименование оборудования	К <sub>со</sub> , руб. · год
Базовый технологический процесс	
Magtronik 500 W      шт.	730779
PDE-7FW              шт.	
Предлагаемый технологический процесс	
полуавтомат MIG-357DT2 "Барс" бшт.	495040
BC-300Б	

Капитальные вложения в приспособления определяем по формуле [20]:

$$K_{\text{пр}} = \sum_{j=1}^m K_{\text{пр}j} \cdot \Pi_j \cdot \mu_{\text{п}j}, \quad (4.3)$$

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

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

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

Капитальные вложения в приспособления приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Капитальные вложения в приспособления

Наименование оборудования	$\Pi_{пр}$ , руб	Базовый технологический процесс		Предлагаемый технологический процесс	
		п, шт	$K_{пр}$ , руб. · год	$C_{п}$ , шт	$K_{пр}$ , руб. · год
Плита слесарно-сборочная	1100000	1	1100000	-	-
Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.065.00.000 СБ	998250	-	-	1	998250
Кантователь 359-981	881250	-	-	1	881250
Слесарный стол	27390	-	27390	1	27390
ИТОГО	212250		1127000		1906890

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

Капитальные вложения в здание определяется по формуле:

$$K_{зд} = \sum_{i=1}^n S_{O_i} \cdot h \cdot k_B \cdot \mu_{O_i} \cdot \Pi_z, \text{ руб.}, \quad (4.4)$$

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

Для базового технологического процесса:  $S_1=12 \text{ м}^2$ .

Для предлагаемого технологического процесса:  $S_1=8,4 \text{ м}^2$ ,

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

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

$\Pi_{зд}$  - стоимость 1 м<sup>2</sup> здания на 01.01.2018 для цеха № 14 составляет,  $\Pi_{зд}=94$  руб/м<sup>2</sup>.

Определяем капитальные вложения в здание, и результаты заносим в таблицу 4.4.

Таблица 4.4 – Капитальные вложения в здание, занимаемое оборудованием

Наименование оборудования	К <sub>зд</sub> , руб.
Базовый технологический процесс	
Magtronik 500 W	172073,6
PDE- 7FW	
Предлагаемый технологический процесс	
Сварочный полуавтомат MIG-357DT2 "Барс"	123760
BC-300Б	

#### 4.1.3 Определение затрат на основные материалы

Затраты на металл идущий на изготовление изделия определяем по формуле :

$$C_M = m_M \cdot k_{т.з.} \cdot \Pi_M, \text{ руб./изд.}, \quad (4.5)$$

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

$\Pi_M$ - средняя оптовая цена стали 14ХГ2САФД, 12ДН2ФЛ, на 01.01.2018, руб./кг.:

-для стали 14ХГ2САФД  $\Pi_M = 40,63$  руб./кг, при  $m_M = 3349 \cdot 1,3 = 4353,7$

кг.;

2ДН2ФЛ  $C_m = 38,75$  руб./кг, при  $m_m = 132 \cdot 1,3 = 171,6$  кг.;

$k$  - коэффициент потерь,  $k = 1,3$ .

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

$C_m = 1,04 \cdot (4353,7 \cdot 40,63 + 171,6 \cdot 38,75) = 190881,9$  руб./изд.

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле :

$$C_{п.с.} = \sum_{d=1}^n G_d \cdot k_{nd} \cdot C_{п.с.}, \text{ руб./изд} \quad (4.6)$$

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

$G_d = 124,876$  кг - для проволоки Св-08ГС для базового технологического процесса;

$G_d = 124,876$  кг - для проволоки Св-08Г2С для предлагаемого технологического процесса;

$k_{nd}$  - коэффициент, учитывающий расход сварочной проволоки (электрода),  $k_{п.с.} = 1,02$ ;

$C_{п.с.} = 59,06$  - стоимость сварочной проволоки Св-08Г2С, руб./кг по данным ООО «Юргинский машиностроительный завод» на 01.01.2018.

$124,876 \cdot 1,02 \cdot 59,06 = 7522,68$  руб.,

$C_{п.средл.} = 124,876 \cdot 1,02 \cdot 59,06 = 7522,68$  руб.

#### 4.1.4 Определение затрат на вспомогательные материалы

Затраты на защитную смесь газов определяем по формуле :

$$C_{з.г.} = g_{з.г.} \cdot k_{т.п.} \cdot C_{г.з.} \cdot T_o, \text{ руб./изд.}, \quad (4.7)$$

где  $g_{з.г.}$  - расход смеси, м<sup>3</sup>/ч.;

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

$C_{г.з.}$  - стоимость смеси,  $m^3$ ,  $C_{г.з.} = 51,17 \text{ руб./} m^3$ ;

$T_o$  - основное время сварки в смеси газов, ч.,  $T_o = 25,7$  ч. - для базового варианта,  $T_o = 25,7$  ч. - для предлагаемого варианта.

Для данного технологического процесса  $g_{з.г.} = 0,72 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Для базового технологического процесса:

$$C_{з.г.} = 0,72 \cdot 1,15 \cdot 51,17 \cdot 25,7 = 1088,87 \text{ руб/изд.}$$

Для предлагаемого технологического процесса:

$$C_{з.г.} = 0,72 \cdot 1,15 \cdot 51,17 \cdot 25,7 = 1088,87 \text{ руб/изд.}$$

#### 4.1.5 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле:

$$C_{з.п.сд} = (ТС \cdot \Sigma T_{ш}) \cdot K_d \cdot K_{пр} \cdot K_{рай} \cdot [1 + (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4) / 100], \quad (4.8)$$

где  $ТС$  - тарифная ставка на 01.01.2018, руб.,  $ТС = 43,62$  руб.;

$K_d$  - коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату,  $K_d = 1,15$ ;

$K_{пр}$  - коэффициент, учитывающий процент премии,  $K_{пр} = 1,5$ ;

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

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$  - 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.

Затраты на заработную плату основных производственных рабочих по базовому технологическому процессу:

$$C_{з.п.сд} = (43,62 \cdot 63,76) \cdot 1,2 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot (1 + 32,8 / 100) = 8642,66 \text{ руб./изд.}$$

Заработная плата основных производственных рабочих по предлагаемому технологическому процессу:

$$C_{з.п.сд} = (43,62 \cdot 62,24) \cdot 1,2 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot (1 + 32,8 / 100) = 8411,221 \text{ руб./изд.}$$

#### 4.1.6 Определение затрат на силовую электроэнергию

Расход технологической электроэнергии производим по формуле :

$$C_{э\text{э}} = \frac{N_{ц} \cdot K_{н} K_{в\text{р}} \cdot K_{од} \cdot K_{\omega}}{\eta} \cdot Ц_{\text{э}} \quad (4.9)$$

где  $N_{ц}$  – мощность аппарата, кВт;

Для Magtronik 500W,  $N_{ц}=24$  кВт;

Для полуавтомат MIG-357DT2 "Барс",  $N_{ц}=15$  кВт .

$K_{н}$ ,  $K_{в\text{р}}$  – средние коэффициенты загрузки аппарата по мощности и по времени;

Для Magtronik 500W,  $K_{н} = 0,8$  кВт,  $K_{в\text{р}} = 1,0$ ;

Для полуавтомат MIG-357DT2 "Барс" ,  $K_{н} = 0,8$  кВт,  $K_{в\text{р}} = 0,6$ ;

$K_{\omega}$  – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии;

Для Magtronik 500W,  $K_{\omega} = 1,04$ ;

Для полуавтомат MIG-357DT2 "Барс",  $K_{\omega} = 1,1$ ;

$\eta_{ц}$  - КПД оборудования, для базового технологического процесса:

$\eta = 0,9$ , для предлагаемого технологического процесса:  $\eta = 0,8$ ;

$P_{х}$  - мощность холостого хода источника,  $P_{х} = 0,4$  Вт;

$K_{ц}$  -коэффициент учитывающий простой оборудования,  $K_{ц} = 0,5$ ;

$Ц_{\text{э}}$  - средняя стоимость электроэнергии по данным ООО «Юргинский машиностроительный завод»,  $Ц_{\text{э}} = 1,24$  руб.

Затраты на электроэнергию по базовому технологическому процессу на одно изделие составят:  $C_{\text{э.э.}} = 27,511$  руб.

Затраты на электроэнергию по предлагаемому технологическому процессу на одно изделие:  $C_{\text{э.э.}} = 22,0968$  руб.

#### 4.1.7 Определение затрат на сжатый воздух

Затраты на сжатый воздух определяется по формуле [20]: :

$$C_{\text{возд}} = g_{\text{возд}}^{\text{ЭН}} \cdot k_{\text{ТП}} \cdot C_{\text{возд}}, \text{ руб./изд.} \quad (4.11)$$

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

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

Для изготовления одной секции переходной расход воздуха составляет:

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

$$C_{\text{возд}} = 0,19811 \text{ руб/м}^3, \text{ стоимость воздуха на 01.01.2015 г.};$$

$$C_{\text{возд пр}} = 1,2 \cdot 1,15 \cdot 0,19811 = 0,2733 \text{ руб./изд}$$

#### 4.1.8 Определение затрат на амортизацию оборудования

Определяются по формуле :

$$C_3 = \sum_{i=q}^n \frac{C_{oi} \cdot O_i \cdot \mu_{oi} \cdot a_i \cdot r_i}{N_r}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}} \quad (4.12)$$

где  $a_i$ - норма амортизационных отчислений (на реновацию) для оборудования  $i$ -го типоразмера, % ;

$r_i$  - коэффициент затрат на ремонт оборудования,  $r_i = 1,15 \dots 1,20$ .

Амортизация оборудования приведена в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Амортизация оборудования

Наименование оборудования	Вариант технологического процесса			
	Базовый		Предлагаемый	
	$i, \%$	$C_3, \text{ руб/изд.}$	$i, \%$	$C_3, \text{ руб/изд.}$
Magtronik 500 W PDE-7FW	19,4	29,85		-
полуавтомат MIG-357DT2 "Барс" BC-300Б		-	13,5	11,26

#### 4.1.9 Определение затрат на амортизацию приспособлений

Затраты на амортизацию приспособлений определяются по формуле [20]:

$$C_u = \sum_{j=q}^m \frac{K_{прj} \cdot \Pi_j \cdot \mu_{nj} \cdot a_j}{N_r}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (4.13)$$

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

Результаты расчетов сводим в таблицу 4.6

Таблица 4.6 – Затраты на амортизацию приспособлений

Наименование Оборудования	Ц <sub>пр</sub> , руб	Базовый технологический процесс		Предлагаемый технологический процесс	
		П <sub>ж</sub> , шт.	С <sub>и</sub> , руб/изд.	П <sub>ж</sub> , шт.	С <sub>и</sub> , руб/изд.
Плита слесарно-сборочная	110000	5	117,38	-	-
Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000002.068.00.000 СБ	98250	-	-	1	106,01
Кантователь 359-981	81250	-	-	2	73,17
Слесарный стол	33000	-	-	1	30,2
<b>ИТОГО</b>			117,38		209,38

#### 4.1.10 Определение затрат на ремонт оборудования

Затраты на ремонт оборудования определяем по формуле :

$$C_p = \frac{R_M \cdot \omega_M + R_E \cdot \omega_E}{T_{pc}} \cdot \sum \frac{T_{ш}}{K_{вн} \cdot 60}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (4.14)$$

где  $R_M$   $R_E$  - группа ремонтной сложности единицы оборудования соответственно: механической и электрической части  $R_M = 0$  ;

$\omega$  - затраты на все виды ремонта;

$T_{pc}$  - длительность ремонтного цикла,  $T_{pc} = 8000$ ч.

Определение затраты на ремонт сводятся в таблицу 4.7

Таблица 4.7 - Затраты на ремонт оборудования

Наименование оборудования	$R_E$	$\omega_E$	T, ч	$C_p$ , руб/год.
Базовый технологический процесс				
Magtronik 500 W PDE-7FW	8	1849,5	67,19	0,35
Итого:				0,35
Предлагаемый технологический процесс				
полуавтомат MIG-357DT2 "Барс" BC-300Б	8	1096	66,7	0,21
Итого:				0,21

#### 4.1.11 Определение затрат на содержание помещения

Определение затрат на содержание здания определяется по формуле :

$$C_{п} = \frac{S \cdot \mu_{oi} \cdot Ц_{ср.зд}}{N_r}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (4.15)$$

где  $S$  – площадь сварочного участка,  $m^2$ ,  $S = 296,4 m^2$  - для базового варианта,  $S = 148,17 m^2$  - для предлагаемого варианта;

$Ц_{ср.зд}$  - среднегодовые расходы на содержание 1  $m^2$  рабочей площади, руб./год.м,  $C_{ср.зд} = 250$  руб./год м.

Затраты на содержание здания по базовому технологическому процессу:

$$C_{\text{п}} = \frac{296,4 \cdot 1 \cdot 250}{120} = 617,5 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

По предлагаемому варианту:

$$C_{\text{п}} = \frac{148,17 \cdot 1 \cdot 250}{120} = 308,68 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

#### 4.2 Расчет технико-экономической эффективности

Определим количество приведенных затрат по формуле:

$$Z_{\text{п}} = C + \epsilon_{\text{н}} \cdot K, \quad (4.16)$$

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

$\epsilon_{\text{н}}$  - норма эффективности дополнительных капитальных затрат,  
 $\epsilon_{\text{н}} = 0,15$  (руб./ед)/руб. [20];

Себестоимость продукции за год определяется по формуле:

$$C = N_{\text{г}} \cdot (C_{\text{м}} + C_{\text{в.м.}} + C_{\text{зп.сд.}} + C_{\text{эс}} + C_{\text{возд}} + C_{\text{з}} + C_{\text{у}} + C_{\text{р}} + C_{\text{п}}), \quad (4.17)$$

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

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

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

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

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

$C_{\text{з}}$  - затраты на амортизацию оборудования, руб.;

$C_{\text{у}}$  - затраты на амортизацию приспособлений;

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

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

Капитальные вложения находим по формуле:

$$K = K_{\text{со}} + K_{\text{пр}} + K_{\text{зд.}} \quad (4.18)$$

Определим количество приведенных затрат по базовому технологическому процессу:

$$K=730779+451605+ 272073,6= 1454457,6 \text{ руб/год,}$$

$$C=120 \cdot (259369,8 +7522,68 +1088,87 +8642,66+27,511 +0,21+29,85+ +117,38+0,35+617,5)= 33290017,32 \text{ руб/год,}$$

$$Z_{п}^1 = 33290017,32 +0,15 \cdot 1454457,6=33508185,96 \text{ руб/год.}$$

Определим количество приведенных затрат по предлагаемому технологическому процессу:

$$K= 316521+243812,5+90961,9= 651295,4 \text{ руб/год,}$$

$$C=120 \cdot (259369,8 +7522,68 +1088,87 +8411,221+22,0968+11,26+209,38+ +0,2733 +308,68)=33233311,33 \text{ руб/изд. год,}$$

$$Z_{п}^2 =33233311,33 +0,15 \cdot 651295,4 = 33331005,64 \text{ руб/год.}$$

Рассчитаем величину экономического эффекта по формуле:

$$\mathcal{E} = Z_{п}^1 - Z_{п}^2, \quad (4.19)$$

$$\mathcal{E} = (Z_{п}^1 - Z_{п}^2) / N_{г}. \quad (4.20)$$

Величина экономического эффекта на единицу изделия составит:

$$\mathcal{E} = (33508185,96 - 33331005,64) / 120 = 1476,5 \text{ руб/изд.}$$

Величина экономического эффекта от выпуска годовой производственной программы:

$$\mathcal{E} = 33508185,96 - 33331005,64 = 177180,32 \text{ руб./год.}$$

Результаты расчетов показали, что предлагаемый технологический процесс изготовления секции переходной дает положительный экономический эффект.

#### 4.3 Основные технико-экономические показатели участка

1. Годовая производственная программа, шт.	150
2. Средний коэффициент загрузки оборудования	81
3. Производственная площадь участка, м <sup>2</sup>	85

4.	Количество оборудования, шт.	6
5.	Списочное количество рабочих, чел.	9
6.	Явочное количество рабочих, чел	8
7.	Количество рабочих в первую смену, чел	4
8.	Количество вспомогательных рабочих	2
9.	Количество ИТР	1
10.	Количество МОП	1
11.	Количество контролеров	1
12.	Разряд основных производственных рабочих	4
13.	Экономический эффект от внедрения нового технологического процесса, руб./изд.	1476,5

## 5 Социальная ответственность

### 5.1 Описание рабочего места

На участке производится сборка и сварка основания МКЮ.2У.75.100.000. При изготовлении основания крепи механизированной осуществляются следующие операции: сборка, сварка механизированная в смеси газа Ar + CO<sub>2</sub>, слесарные операции.

При изготовлении секции переходной на участке используется следующее оборудование:

- полуавтомат MIG-357DT2 "Барс" 1 шт.
- ВС-300
- приспособление сборочно-свароч. ФЮРА.000001.065.00.000 СБ 1 шт.
- кантователь 359-981 1 шт

Перемещение изделия производят краном мостовым грузоподъемностью 20 т.

Изготавливаемое изделие, основание крепи. Полная масса секции переходной составляет 2020 кг.

Проектируемый участок находится на последнем пролете цеха, поэтому освещение осуществляется шестью окнами, а также светильниками расположенными непосредственно над участком. Стены цеха выполнены из железобетонных блоков, окрашены в светлые тона. Завоз деталей в цех и вывоз готовой продукции осуществляется через ворота (6шт.) автомобильным транспортом, также через одни ворота проложено железнодорожное полотно, т.е. имеется возможность доставки и вывоза грузов железнодорожным транспортом. Вход в цех и выход из него осуществляется через две двери. На случай пожара цех оснащен запасным выходом. Все работы производятся на участке с площадью  $S=187,5 \text{ м}^2$ .

На данном участке сборки и сварки секции переходной выявлены следующие вредные и опасные производственные факторы:

- повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;
- производственный шум;
- статическая нагрузка на руку;
- электрический ток;
- движущиеся механизмы.

## 5.2 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

При выполнении сварки на работников участка могут воздействовать вредные и опасные производственные факторы: повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; производственный шум; статическая нагрузка на руку; электрический ток; грузоподъемные механизмы.

Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.

Поступление в воздух рабочей зоны вредных веществ зависит от технологического процесса, используемого сырья, а также от промежуточных и конечных продуктов.

При сварке в зону дыхания работающих могут поступать сварочные аэрозоли, содержащие в составе твердой 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.).

При данном процессе сварки в воздух рабочей зоны выделяется до СО до 160 мг/м<sup>3</sup>; окислов азота до 8,0 мг/м<sup>3</sup>; озона до 0,36 мг/м<sup>3</sup>; оксидов железа 7,48 г/кг расходуемого материала; оксида хрома 0,02 г/кг расходуемого материала.

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

В результате воздействия вредных веществ могут возникать профессиональные заболевания, так, при длительном вдыхании пыли – пневмокониозы.

Производственный шум.

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

- инверторный сварочный полуавтомат MIG-357DT2 "Барс";
- вентиляция;
- сварочная дуга;
- слесарный инструмент: молоток ( $m = 2$  кг) ГОСТ 2310 - 77, пневматическая шлифмашинка, шабер, стальная щетка.

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

Мероприятия по борьбе с шумом.

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

Для защиты органов слуха от шума рекомендуется использовать противошумовые наушники.

На данном участке используем виброизолирующие основания для защиты от шума вентиляционного оборудования, вентиляторы установлены в отдельные звукоизолирующие помещения.

Статическая нагрузка на руку.

При сварке в основном имеет место статическая нагрузка на руки, в результате чего могут возникнуть заболевания нервно-мышечного аппарата плечевого пояса. Сварочные работы относятся к категории физических работ средней тяжести с энергозатратами  $172 \div 293$  Дж/с ( $150 \div 250$  ккал/ч) [26].

Нагрузку создает необходимость держать в течение длительного времени в руках горелку сварочную (весом от 3 до 6 кг) при проведении сварочных работ, необходимость придержать детали при установке и прихватке и т. п.

Меры по борьбе со статической нагрузкой на руку.

При длительных работах показаны режимы труда и отдыха, включающие обеденный перерыв не менее 40 мин и перерывы по 5—10 мин через каждый час работы. В перерывах в первую половину смены рекомендуется проводить физические упражнения для смены статической нагрузки динамической, а во вторую половину смены — дополнительно самомассаж спины, рук и ног для снятия статического напряжения и нормализации кровообращения.

### 5.2.1 Обеспечение требуемого освещения на участке

Нормальные условия работы в производственных помещениях могут быть обеспечены лишь при достаточном освещении рабочих зон, проходов и проездов. От освещения зависят производительность труда и качество выпускаемой продукции. Освещение не должно давать резких теней и бликов, оказывающих ослепляющее действие. Требуемый уровень освещения определяется степенью зрительных работ [26].

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

### 5.3 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды

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

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

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

Защита от сварочных излучений.

Для защиты глаз и лица сварщиков используются специальные щитки и маски. Для защиты глаз от ослепляющей видимой части спектра излучения, ультрафиолетовых и инфракрасных лучей в очках и масках должны применяться защитные светофильтры. Марка светофильтра выбирается в зависимости от силы сварочного тока[26].

Маска из фибра защищает лицо, шею от брызг расплавленного металла и вредных излучений сварочной дуги.

Для защиты ног сварщиков используют специальные ботинки, исключаяющие попадание искр и капель расплавленного металла. Для защиты тела применяются огнестойкая спецодежда (костюмы брезентовые или хлопчатобумажные с огнестойкой пропиткой).

Перечень средств индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке приведен в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – 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

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

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

Электрический ток.

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

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

Электрические установки представляют большую потенциальную опасность для человека, так как в процессе эксплуатации не исключены случаи прикосновения к частям находящимся под напряжением. Проходя через тело человека, электрический ток оказывает на него тепловое, химическое, механическое и биологическое воздействие. Любое из перечисленных воздействий тока может привести к травме. Травму, вызванную воздействием электрического тока или электрической дуги, называют электротравмой (ГОСТ 12.1.009—76).

На участке сборки и сварки применяются искусственные заземлители – вертикально забитые стальные трубы длиной 2,5 метра и диаметром 40 мм.

Сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 10 Ом. На участке используется контурное заземление – по периметру площади размещают оценочные заземлители. Для связи вертикальных заземлителей используют полосовую сталь сечением 4x12 миллиметров.[26]

Защитное отключение сети за время не более 0,2 с при возникновении опасности поражения током. Устройство защитного отключения (УЗО) состоит из чувствительного элемента, реагирующего на изменение контролируемой величины, и исполнительного органа, отключающего соответствующий участок сети.

Автоматическое отключение питания (зануление) необходимо для обеспечения защиты от поражения электрическим током при косвенном прикосновении за счет снижения напряжения корпуса относительно земли и быстрого отключения электроустановки от сети.

Движущиеся механизмы.

На проектируемом участке сборки и сварки секции переходной находится кран мостовой, грузоподъемностью 20 т. Опасность представляет процесс кантовки основания. Во время кантовки необходимо, чтобы никто посторонний не находился в кабине.

Завозка в цех заготовок в цех производится автотранспортом, в связи с этим следует проявлять осторожность и не приближаться к движущейся машине.

Для защиты работающих от движущихся механизмов предусмотрено следующее:

проходы: между оборудованием, движущимися механизмами и перемещаемыми деталями, а также между постами – не менее 1 м; между автоматическими сварочными постами – не менее 2 м.;

свободная площадь на один сварочный пост – не менее 3 м.;

при эксплуатации подъёмно-транспортных устройств ограждение всех движущихся и вращающихся частей механизмов.

#### 5.4 Охрана окружающей среды

Предельно допустимая концентрация примесей в атмосфере на территории промышленного предприятия не должна превышать 30 процентов вредных веществ[25].

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 используют масляные фильтры. Пыль, проходя через лабиринт отверстий (вместе с воздухом), образуемых кольцами или сетками, задерживается на их смоченной масляным раствором поверхности. Эффективность фильтров данного типа составляет 95 ÷ 98 процентов.

Большое значение для оздоровления воздушной среды имеет надежная герметизация оборудования, в котором находятся вредные вещества. Через неплотности в соединениях, а также вследствие газопроницаемости материалов происходит истечение находящихся под давлением газов.

На проектируемом участке сборки и сварки секции переходной предусмотрены емкости для складирования металлических отходов (обрезки сварочной проволоки, бракованные изделия), а также емкости для мусора. Все метал-

лические отходы транспортируются в металлургический цех, где они перерабатываются, а весь мусор вывозится за территорию предприятия в специально отведенные места и уничтожается.[26]

### 5.5 Защита в чрезвычайных ситуациях

Разработанный участок оборудован специальными средствами пожаротушения:

- пожарными водопроводными кранами (нельзя тушить электроустановки под напряжением, карбида кальция и т.д.) - 2 шт.;
- огнетушитель ОХП-10 (для тушения начинающегося пожара твёрдых горючих материалов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей) – 2 шт.;
- огнетушитель углекислотный ОУ-5 (для тушения горючих жидкостей, электроустановок и т.д.) – 2 шт.;
- ящик с сухим и чистым песком (для тушения различных видов возгорания)[25].

### 5.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

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

Вентиляция достигается удалением загрязненного или нагретого воздуха из помещения и подачей в него свежего воздуха [26].

На участке сборки и сварки изготовления ограждения применяем общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию и местную 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  $0,2 \div 0,5$  метров в секунду.

Определим необходимый объём воздуха  $L$ , удаляемый от местных отсосов по формуле [25]:

$$L=3600 \cdot F \cdot V, \quad (5.1)$$

где  $F$  – суммарная площадь рабочих проёмов и неплотностей,  $\text{м}^2$ ;

$V$  – скорость всасывания воздуха на рабочем участке,  $\text{м/с}$ ;  $V = 0,5 \text{ м/с}$ ;

$$L = 3600 \cdot 0,36 \cdot 0,5 = 648 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Из расчета видно, что объём воздуха удаляемый от местных отсосов составляет  $L = 648 \text{ м}^3/\text{с}$ .

В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор радиальный FUK – 2700 SP с двигателем типа АИР 80В2У3, мощностью 2,2 кВт.

## Заключение

В выпускной квалификационной работе произведен проектный расчет участка сборочно-сварочного цеха для изготовления основания. 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. В работе рассчитаны режимы сварки, по которым выбрано сварочное оборудование полуавтомат MIG-35DT2 «Барс».

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

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

1. Площадь участка, м <sup>2</sup>	187,5
2. Количество оборудования, шт:	
Приспособление ПСС-1	2
3. Количество смен	2
4. Количество рабочих явочных	8
Количество рабочих списочных	9
5. Оборудование:	
Полуавтомат MIG-357DT2 "Барс"	6
Выпрямитель ВС-300	6

## Список используемых источников

- 1 Р. А. Мейстер. Особенности зажигания и горения дуги на малых токах при сварке в углекислом газе. Сварочное производство. 2013. №7. стр. 30 -32.
- 2 П. П. Проценко, Н. Т. Привалов Влияние легирующих элементов на перенос электродного металла при дуговой сварке в защитных газах. Автоматическая сварка 1999 №12 С. 29 – 33.
- 3 Б. Е. Патон, В. А, Лебедев, Я. И. Микитин, Способ комбинированного управления процессом переноса электродного металла при механизированной дуговой сварке Сварочное производство 2006 №8 С. 27 – 31.
- 4 Ф. А. Хромченко, Справочное пособие электросварщика. - 2-е изд., испр. - М: Машиностроение , 2005. - 416 с.
- 5 М. М. Колосков, Е. Т. Долбенко, Ю. В. Коширский Марочник сталей и сплавов / под общей ред. А.С Зубченко – М.: Машиностроение, 2001. 627с.: ИЛЛ.
- 6 Б. П. Конищев, Н. Н. Потапов, С. А. Курланов Сварочные материалы для дуговой сварки. М.: Машиностроение, 1989. – 544 с.
- 7 Технические газы и смеси- <http://www.tdavgogen.ru/catalog/element.php>
- 8 ОСТ 12.44.107-79 Изделия угольного машиностроения. Общие технические требования к изготовлению.
- 9 В. И. Васильев, Д. П. Ильященко Разработка этапов технологии при дуговой сварке плавлением – Издательство ТПУ, 2008г. - 96 с.
- 10 С. Б. Сапожков, Е.А. Зернин, Сабиров И.Р. Теория сварочных процессов. Лабораторный практикум: учебное пособие – Юрга: Изд-во Юргинского технологического института (филиала) Томского политехнического университета, 2007. 96 с.
- 11 В. Т. Федько Курсовая работа и расчет режимов при дуговой сварке плавлением с применением ЭВМ. Томск «Издательство ТПУ», - 1993. – 98 с.
- 12 В. И. Оботуров Дуговая сварка в защитных газах. М: Стройиздат, 1989. 232 с.

- 13 М. Г. Бельфор, В. Е. Патон "Оборудование для дуговой и шлаковой сварки и наплавки".
- 14 Расчет пневмоцилиндров- [http://pneumoprivod.ru/pbl\\_calc\\_pneumocylinder.htm](http://pneumoprivod.ru/pbl_calc_pneumocylinder.htm)
- 15 Сила на штоке пневмоцилиндра- [http://studopedia.net/10\\_136733\\_sila-na-shtoke-pnevmozilindra.html](http://studopedia.net/10_136733_sila-na-shtoke-pnevmozilindra.html)
- 16 Э. П. Петкау Организация производства и менеджмент в машиностроении: учебное пособие / Э.П. Петкау. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2007. – 205 с.
- 17 К. И. Томас, Д.П. Ильященко Технология сварочного производства. Томск. «Томский политехнический университет» -2011. - 247с.
- 18 А. И. Красовский Основы проектирования сварочных цехов. Учебник для вузов. – М.: Машиностроение, 1980. – 319с.
- 19 А.В. Ахумов Справочник нормировщика. Ленинград, «Машиностроение», 1986, 458с.
- 20 Сварочные полуавтоматы- <http://www.svarco.ru/elektrosvarochnoe-oborudovanie/svarochnye-poluavtomaty/pdgo.html>
- 21 Б. Г. Маслов Неразрушающий контроль сварных соединений и изделий в машиностроении: Учеб. пос. для вузов. – М.: Академия, 2008. – 272 с.
- 22 Организация и планирование производства. Основы менеджмента: метод. указ. к выполн. курс. работы. для студентов спец. 120500«Оборудование и технология сварочного производства».-Томск: Изд. ЮФТПУ, 2000. – 24 с.
- 23 П.И. Севбо Конструирование и расчет механического сварочного оборудования. Киев. «Наукова думка», 1978, - 397с.
- 24 А.П. Великанов Экономический расчет технологического процесса. М.: Машиностроение, 1982, 567 с.
- 25 О. Н. Куликов Охрана труда при производстве сварочных работ. : Академия, 2006 – 176 с.

26 Е.Я. Юдин, С.В. Белов, С.К. Баланцев Охрана труда в машиностроении:  
Учебник для машиностроительных вузов / Под ред. Юдина Е.Я., Белова С.В. – 2-е изд..