

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

Институт Юргинский технологический институт

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

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОСНАСТКИ И УЧАСТКА СБОРКИ-СВАРКИ ОСНОВАНИЯ СЕКЦИИ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ КРЕПИ МКЮ2У.166

УДК 621.757:621.791:622.28-21

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А60	Караулов Д.Н.		

Руководитель

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

Нормоконтроль

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

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Юрга – 2021 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Умением использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.
ОПК(У)-2	Осознанием сущности и значения информации в развитии современного общества.
ОПК(У)-3	Владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации.
ОПК(У)-4	Умением применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий; умением применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении.
ОПК(У)-5	Способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-5	Умением учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании
ПК(У)-6	Умением использовать стандартные средства автоматизации проектирования при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями

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

Студент гр. 3-10А60

Руководитель ВКР

Караулов Д.Н.

Ильященко Д.П.

Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	ФЮРА.МКЮ2У.166.118.00.000	СБ
	Основание 4 листа (А1)	
	ФЮРА.000001.118.00.000	СБ
	Приспособление сборочно-сварочное 2 листа (А1)	
	ФЮРА.000002.118 ЛП План участка 1 лист (А1)	
	ФЮРА.000003.118 ЛП Система вентиляции участка лист1 (А1)	
	ФЮРА.000004.118 ЛП Основные технико-экономические показатели 1 лист (А1)	
	Технологическая схема ЛП 1 лист (А1)	

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

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

Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	03.02.2021 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
310А60	Караулов Д.Н.		

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

Институт Юргинский технологический институт

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

Период выполнения (осенний / весенний семестр 2020 – 2021 учебного года)

Форма представления работы:

Дипломный проект

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2021 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля)/ Вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
17.01.2021	Обзор литературы	20
17.02.2021	Объекты и методы исследования	20
17.03.2021	Расчеты и аналитика	20
17.04.2021	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
20.05.2021	Социальная ответственность	20

Составил преподаватель:

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

СОГЛАСОВАНО:

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

Юрга – 2021 г.

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-10А60	Караулов Денис Николаевич

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

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

Цена на основные материалы, сварочные материалы, электроэнергию, сварочное оборудование.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования и помещений

Затраты на сварочные материалы

Заработная плата

Затраты на электроэнергию

Затраты на основной металл

Себестоимость одного изделия

Количество приведенных затрат

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

При необходимости представить эскизные графические материалы к расчетному заданию

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	16.04.2021
---	------------

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А60	Караулов Д.Н.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-10А60	Караулову Денису Николаевичу

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

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание технологического процесса, проектирование оснастки и участка сборки-сварки основания крепи МКЮ.2У на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) <p>чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения); - опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы); - негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу); - чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера).
<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

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

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	17.04.2021 г.
---	---------------

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А60	Караулов Д.Н.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 146 с, 7 рис., 21 табл., 41 источников, 3 приложения.

Ключевые слова: ОСНОВАНИЕ, КРАН-БАЛКА, РАБОЧЕЕ МЕСТО, ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ, СПОСОБ СВАРКИ, ШОВ, СВАРНОЕ ИЗДЕЛИЕ, ВРЕМЯ СВАРКИ, ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ.

Объектом разработки является участок сборки и сварки основания.

Целью работы - является разработка технологического процесса и проектирование сварочного участка.

El objetivo del trabajo es desarrollar el proceso y diseñar el sitio de soldadura.

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

В результате выбран наиболее эффективный вариант производственного процесса, подобранно оборудование: инверторный сварочный аппарат *EVOMIG 400* с устройством подачи проволоки УПП-300П, соответствующее режимам сварки и разработана технологическая оснастка, на основании чего спроектирован участок сборки и сварки основания.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: МКЮ.2У.118.00.000 СБ Основание. Имеет габаритные размеры 2715 мм. 1416 мм. 430 мм. Детали основания изготовлены из марок стали 14ХГ2САФД, 12ДН2ФЛ, 10ХСНД и 35Л.

Область применения: горнодобывающая промышленность.

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

Abstract

The final qualifying work contains 146 pages, 7 figures, 21 tables, 41 sources, 3 appendices.

Key words: BASE, CRANE-BEAM, WORKPLACE, TECHNICAL REGULATION, WELDING METHOD, SEAM, WELDED PRODUCT, WELDING TIME, TECHNICAL DOCUMENTATION.

The object of development is the assembly and welding section of the base.

The purpose of the work is to develop a technological process and design a welding area.

El objetivo del trabajo es desarrollar el proceso y diseñar el sitio de soldadura.

In the process of performing the research and development work, the tasks of determining the structure of the production process of welding, the composition of equipment and workers, the development of the technological process, welding and assembly-welding devices were solved.

As a result, the most efficient version of the production process was selected, equipment was selected: an EVOMIG 400 inverter welding machine with a wire feeder UPP-300P, corresponding to the welding modes and technological equipment was developed, on the basis of which the base assembly and welding area was designed.

Basic design, technological and technical and operational characteristics: MKYu.2U.118.00.000 SB Base. Has overall dimensions of 2715 mm. 1416 mm. 430 mm. Base parts are made of steel grades 14XГ2САФД, 12ДН2ФЛ, 10XCHД and 35Л.

Application: mining industry.

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

Содержание

Введение	17
1 Обзор и анализ литературы	19
1.1 Инверторное сварочное оборудование	19
1.2 Сварочное оборудование – фактор повышения эффективности производства	21
1.3 Сварочное оборудование промышленного класса	25
1.3.1 Модульная архитектура силовой части	25
1.3.2 Цифровое управление	25
1.3.3 Двойная частотная модуляция	26
1.3.4 Экономичность эксплуатации	27
1.4 Заключение	28
2 Объект и методы исследования	29
2.1 Описание сварной конструкции	29
2.2 Требования НД предъявляемые к конструкции	29
2.2.1 Требования к подготовке кромок	30
2.2.2 Требования к сварке и прихватке	31
2.2.3 Требования к сборке сварного изделия	33
2.2.4 Требования к сварке корневого валика. Требования к сварке последующих слоев	33
2.2.5 Требования к оформлению документации	34
2.2.6 Требования к контролю	35
2.3 Методы проектирования	37
2.4 Постановка задачи	37
3 Разработка технологического процесса	38
3.1 Анализ исходных данных	38
3.1.1 Основные материалы	38
3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки	43

3.1.3 Выбор сварочных материалов	44
3.2 Технологические режимы сварки	45
3.3 Выбор основного оборудования	46
3.4 Выбор оснастки	49
3.5 Составление схемы общей сборки. Определение рациональной схемы разделения конструкции на сборочные единицы	50
3.6 Выбор методов контроля, регламент, оборудование	51
3.7 Разработка технической документации	55
3.8 Техническое нормирование операций	57
3.9 Материальное нормирование	61
3.9.1 Расход металла	61
3.9.2 Расход сварочной проволоки	61
3.9.3 Расход защитного газа	62
3.9.4 Расход электроэнергии	62
4 Конструкторский раздел	63
4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений	63
4.2 Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений	63
4.3 Порядок работы приспособлений	64
5 Проектирование участка сборки-сварки	65
5.1 Состав сборочно-сварочного цеха	65
5.2 Расчет основных элементов производства	65
5.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования	66
5.2.2 Определение состава и численности рабочих	67
5.3 Пространственное расположение производственного процесса	68
6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	70
6.1 Финансирование проекта и маркетинг	70
6.2 Экономический анализ техпроцесса	70
6.2.1 Расчет капитальных вложений в производственные фонды	71
6.2.1.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления	72

6.2.1.2 Капитальные вложения в подъемно-транспортное оборудование	73
6.2.1.3 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями	73
6.2.2 Расчет себестоимости единицы продукции	74
6.2.2.1 Определение затрат на основные материалы	75
6.2.2.2 Определение затрат на сварочные материалы	75
6.2.2.3 Определение затрат на заработную плату	76
6.2.2.6 Определение затрат на силовую электроэнергию	77
6.2.2.7 Определение затрат на сжатый воздух	77
6.2.2.8 Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования	78
6.2.2.9 Определение затрат на содержание помещения	79
6.3 Расчет технико-экономической эффективности	81
6.4 Основные технико-экономические показатели участка	81
7 Социальная ответственность	83
7.1 Описание рабочего места	83
7.2. Законодательные и нормативные документы	84
7.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	86
7.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке	93
7.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды	93
7.4.1 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов	96
7.5 Охрана окружающей среды	96
7.6 Защита в чрезвычайных ситуациях	98
7.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	99
Заключение	100
Библиография	101
Приложение А (Спецификация Основание)	106
Приложение Б (Спецификация Приспособление сборочно-сварочное)	110

Приложение В (Технологический процесс)	114
Диск CD-R	В конверте на обложке
Графическая часть	На отдельных листах
ФЮРА.МКЮ.2У.166.118.00.000 СБ Основание	Формат 4-А1
ФЮРА.000001.118.00.000 СБ Приспособление сборочно- сварочное	Формат 2-А1
ФЮРА.000002.118 ЛП План участка	Формат А1
ФЮРА.000003.118 ЛП Система вентиляции участка	Формат А1
ФЮРА.000004.118 ЛП Экономическая часть	Формат А1
Технологическая схема ЛП	Формат А1

Обозначения и сокращения

Сб. ед. – сборочная единица.

Поз. – позиция.

Введение

Увеличение применения сварки в производстве дало возможность значительно уменьшить расход металла, а также сократить сроки выполнения работ и трудоёмкость процесса производства. Успехи, достигнутые в сфере автоматизации и механизации сварочных процессов, приводят к уменьшению затрат на единицу продукции, сокращению продолжительности производственного цикла, улучшению качества изделия.

В наше время сварка – это один из основных и прогрессирующих процессов обработки металлов. Существует множество различных видов сварки: ручная дуговая сварка; а сварка в инертных, активных газах; сварка под флюсом; электрошлаковая сварка; сварка давлением и т.д.

Взаимодействие металлов или других материалов происходит путем межатомного воздействия элементов. При обычных температурных показателях материалы не взаимодействуют друг с другом вне зависимости от условий, из-за твердой структуры металлов. Загрязнение поверхностей при соединении в виде образований жира или окисей оказывает значительное влияние при процессе связки металлов.

Под действием сдавливания возможно физическое соединение на поверхности или пластическая деформация. Атомно – металлические связи происходят путем взаимодействий электронных соединений при сварке металлов, а также стыковка ковалентных металлов. Определение типа и вида сварки происходит по нескольким параметрам взаимопроникновения, например сдавливание, распайка и термомеханическое воздействие.

Расплавление материала происходит без воздействия внешних механических сил, обеспечивается необходимая температура сварочными дужками, газовым пламенем, другим источникам энергии. Виды сварочных работ под давлением подразумевают деформацию металла, что придает

текучесть жидким соединениям. Процесс стыковки материалов происходит за счет напыла свежих слоев материала друг на друга.

Наибольшее распространение получила механизированная сварка в смеси газов *ISO 14175-M21-ArC-20* по ГОСТ Р ИСО 14175-2010, 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.

1 Обзор и анализ литературы

1.1 Инверторное сварочное оборудование

Прежде чем рассматривать функциональное построение и схема технику инверторных источников сварочного тока, необходимо сформулировать требования, предъявляемые к современному сварочному оборудованию.

Все аппараты условно можно разбить на две группы: для бытового использования и аппараты промышленного применения. Оборудование первой группы, как правило, используется для ручной дуговой сварки при питании от однофазной сети 220 В, 50 Гц. Выходная вольтамперная характеристика (ВАХ) – крутопадающая без предъявления жестких требований к ее наклону. Основным требованием к таким аппаратам является минимальная стоимость [1].

Более подробно следует остановиться на требованиях, предъявляемых ко второй группе.

Современные аппараты, предназначенные для ручной дуговой сварки, должны обеспечивать: крутопадающую выходную ВАХ с возможностью регулирования наклона в зоне дуги в диапазоне 0,4-1,4 В/А (участок 3-4 (рисунок 1.1 а)), номинальный выходной ток не менее 250 А, напряжение холостого хода 70–100 В с переходом на безопасный уровень (не более 12 В) после обрыва дуги за время не более 0,6 с, функции «горячий старт», то есть увеличение сварочного тока до 180% по отношению к заданному на время до 2 с с момента поджига дуги, «форсирование дуги» – увеличение тока короткого замыкания от 1,2 до 2,2 значений тока дуги (участок 4–5 рисунок 1.1 а)), «антиприлипание» – снижение тока до минимального значения при длительности короткого замыкания более 1 с, дистанционное управление, цифровую индикацию и предварительную установку параметров с высокой точностью.

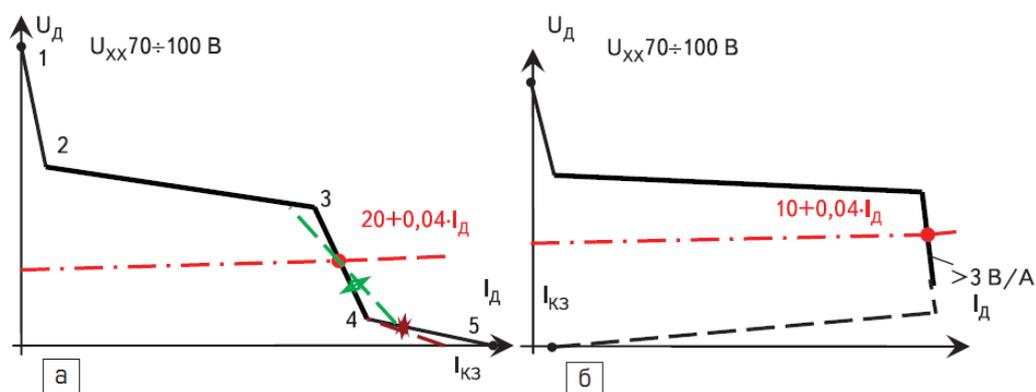


Рисунок 1.1 – Выходная ВАХ сварочного аппарата в режиме *MMA* (а) и *TIG* (б)

Для аппаратов постоянного тока, работающих в режиме *TIG* (рисунок 1.1 б), требуется более широкий диапазон токов (минимальное значение 5 А), контактное и бесконтактное возбуждение дуги (наличие высоковольтного высокочастотного осциллятора), наклон выходной ВАХ не менее 3 В/А. Необходимо обеспечивать автоматизацию сварочного процесса (плавное увеличение или плавное уменьшение тока дуги, импульсное изменение тока дуги с заданной частотой и скважностью и т. п.).

Для аппаратов в режиме *MIG/MAG* необходимы «жесткая» выходная ВАХ с наклоном 0,04 В/А и возможностью его регулирования, номинальный сварочный ток не менее 300 А, диапазон регулирования напряжения 14–35 В (рисунок 1.2 а), возможность регулирования динамических свойств аппарата (скорость нарастания и спада тока) (рисунок 1.2 б), работа в управляемом импульсном режиме.

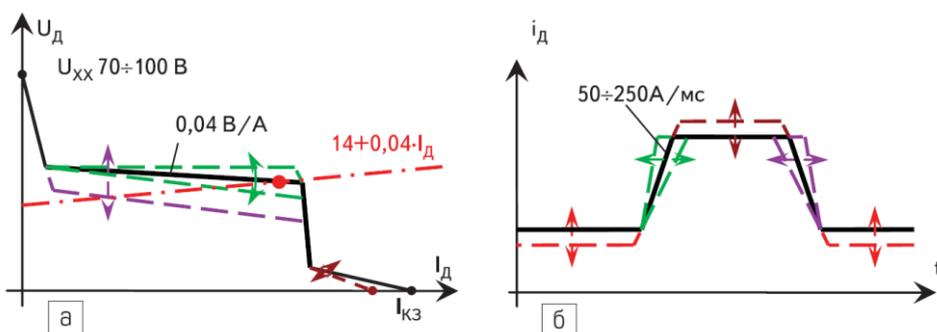


Рисунок 1.2 – Выходная ВАХ (а) и динамическая характеристика (б) сварочного аппарата в режиме *MIG/MAG*

Эти требования определяют построение как силовой части сварочного инвертора, так и его системы управления.

В общем объеме сварочных работ доля работ, производимых в режиме *MIG/MAG*, в Европе составляет около 70%. В России основным видом сварки до сих пор является ручная дуговая, но доля автоматической и полуавтоматической сварки все время увеличивается [1].

1.2 Сварочное оборудование – фактор повышения эффективности производства

Рассмотрим оборудование фирмы «Штрoм *LORCH*» [2,3,4].

Сварка выполняется как на постоянных, так и на переменных токах, но сварка постоянным током с использованием выпрямителей имеет ряд преимуществ перед переменным: уменьшается содержание присадочного металла электродов в сварном шве; уменьшается количество окалины на шве. Это повышает прочность и качество соединения по сравнению с электросваркой на переменном токе за счет большей глубины проплавления материала; сварка постоянным током уменьшает потери на разбрызгивание, поэтому сокращается издержка присадочных материалов, плавких электродов, что уменьшает стоимость работ и повышает доходность. При использовании постоянного тока параметры питающей сети меньше воздействуют на стабильность дуги, благодаря чему упрощается работа и повышается производительность работы сварщика. Поэтому сварочный выпрямитель использовать более рационально, чем трансформатор.

Инверторные аппараты имеют массу достоинств по сравнению со старыми технологиями. Среди основных преимуществ можно выделить их легкость, компактность, низкое энергопотребление и надежность конструкции. Эти и ряд других преимуществ и объясняют растущую популярность нового типа сварочных аппаратов и большинство профессионалов сегодня отдают им

предпочтение. Основное назначение сварочных аппаратов инверторного типа – соединение марочного сортамента сталей, чугуна, а также цветных металлов. В отличие от предшественников они позволяют сварщику полностью контролировать поведение дуги, что дает возможность обрабатывать металлы, плохо поддающиеся сварке старыми аппаратами.

Шторм *LORCH* серии *S* обеспечивает стандартную импульсную сварку *MIG/MAG* идеального промышленного качества. Преимущества не вызывают сомнений: практически без брызг, оптимальный контроль сварочной ванны, контролируемый перенос капель металла и превосходный внешний вид шва. Экономится время на доработку шва. Все объясняется сверхбыстрым автоматическим регулированием, которое за миллисекунды реагирует на изменения и таким образом оптимально управляет сварочным процессом. Серия *S* характеризуется отличной продолжительностью включения, концепцией управления «Три шага до начала сварки» и прочным промышленным корпусом с большим количеством практичных элементов. Так, например, удобные ручки обеспечивают не только легкое маневрирование и защищают панель управления и разъемы, но также служат в качестве точек приложения усилий и для намотки кабелей. Прочная тележка для газовых баллонов с низкой высотой погрузки облегчает замену баллонов. Имеется возможность комплектации настройки установки в любое время в соответствии с новыми задачами и дооснастить ее всеми процессами *Speed: SpeedPulse, SpeedArc, SpeedUp*, а также новым процессом *SpeedRoot*.

Краткое описание серии *S*:

- инвертор *MIG/MAG* с импульсной сварочной дугой, плавная регулировка;
- в прочном промышленном корпусе;
- вариант в виде компактного аппарата или с внешним блоком подачи проволоки;
- возможны варианты сдвоенной подачи с одним или двумя внешними блоками подачи проволоки;

- блоки поставляются в различных исполнениях: для мастерских, монтажа, судостроителей и роботов;
- поставка с газовым или водяным охлаждением;
- промышленный 4-роликовой механизм подачи проволоки;
- текстовый дисплей с выбором языка;
- цифровая индикация сварочного тока и напряжения;
- возможность установки опций: *SpeedPulse*, *SpeedArc*, *SpeedUp*, *SpeedRoot*;
- *Tiptronic* для сохранения в памяти до 100 сварочных заданий;
- возможность ДУ на сварочной горелке *Powermaster*;
- концепция управления «Три шага до начала сварки»;
- возможность дополнительного оснащения горелки *Push-Pull* и промежуточного привода (длина до 43 м);
- произведено и испытано по *DIN EN 60974-1*, наличие сертификата ГОСТ-Р и знаков *CE* и *S*, класс защиты IP 23.

Шторм *LORCH* Серии *P*. Плавная регулировка есть во многих устройствах, но такая инверторная технология имеется далеко не в каждом аппарате *MIG/MAG*, что является важным отличием. По всему диапазону сварочного тока обеспечивается абсолютно стабильная и легко управляемая сварочная дуга.

Серия *P* доступна в двух вариантах: *P basic* и *P synergic*. Оба варианта используют принцип управления «Три шага до начала сварки», имеют прочный промышленный корпус и высокоточную 4-роликовую подачу. *P basic* обеспечивает все функции, необходимые для действительно хорошей сварки *MIG/MAG*. *P synergic* является вариантом управления, который помогает сварщику *MIG/MAG* решать сложные задачи. Синергическое управление делает использование очень простым, все сварочные параметры можно регулировать по своему усмотрению. Серия *P* оснащена функцией *SpeedArc*. Эта сварка идеальна для узких стыков, экономит материал, обеспечивает более высокую

прочность за счет улучшенного провара и позволяет выполнить работу на 30 % быстрее при сварке шва намного большей длины.

Краткое описание серии *P*:

- инвертор *MIG/MAG* с плавной регулировкой;
- Превосходные сварочные свойства сварки *MIG/MAG* при использовании смешанного газа и CO_2 ;
- сварка *SpeedArc* в базовой комплектации;
- *P synergic* также опционально поставляется с функциями *SpeedUp*, *SpeedRoot*;
- в прочном промышленном корпусе;
- доступен в виде компактного аппарата или с внешним блоком подачи проволоки;
- возможны варианты сдвоенной подачи с одним или двумя внешними блоками подачи проволоки;
- для мастерских, монтажа, судостроителей и роботов;
- поставка с газовым или водяным охлаждением;
- промышленный 4-роликовый механизм подачи проволоки;
- концепция управления «Три шага до начала сварки»;
- цифровая индикация сварочного тока и напряжения;
- Два варианта управления:
 - *P basic* (регулировка проволоки и напряжения)
 - *P synergic* (полностью синергическое управление и текстовый дисплей);
- возможность ДУ на сварочной горелке *Powermaster*;
- возможность дополнительного оснащения горелки *Push-Pull* и промежуточного привода (радиус действия горелки до 43 м);
- возможность полной автоматизации (подключение *LorchNet*, интерфейс аппарата или соединение с шиной);
- произведено и испытано по *DIN EN 60974-1*, наличие сертификата ГОСТ-Р и знаков *CE* и *S*, класс защиты *IP 23*.

Широкий спектр методов сварки и сварочных аппаратов делает сварочные инверторы наиболее перспективными для промышленного применения. Наличие умной электроники помогает получить высокое качество сварного соединения, а процесс сварки сделать простым и удобным для сварщика. Чтобы улучшить удобство и качество во время сварочных работ, практически все инверторы снабжены схемой стабилизации, которая защищает всю систему от слишком высокого или низкого напряжения, возникающего при сварке [5].

1.3 Сварочное оборудование промышленного класса

1.3.1 Модульная архитектура силовой части

Модульная архитектура источников тока *EVOSPARK* выстроена на унифицированных силовых модулях – высокочастотных инверторах – собранных внутри универсального корпуса по принципу конструктора. При такой сборке наращивание мощности аппарата достигается всего лишь при стыковкой очередного силового блока. Соединяя между собой силовые модули, можно управлять сварочными токами силой до 2000 ампер [6].

1.3.2 Цифровое управление

Источники *EVOSPARK* содержат в контуре управления микропроцессор, который вычисляет все параметры сварочного процесса. При этом сварочная программа задается в виде циклограммы на цветном дисплее. Гибкость, удобство и сопутствующие технологии цифрового управления теперь доступны и в сварочной индустрии [6].

1.3.3 Двойная частотная модуляция

Скорость подачи электродной проволоки не равна скорости ее плавления. Чтобы согласовать процесс плавления проволоки электрода, на нее воздействуют импульсом тока, что и обеспечивает образование капли на конце электрода (рисунок 1.3).

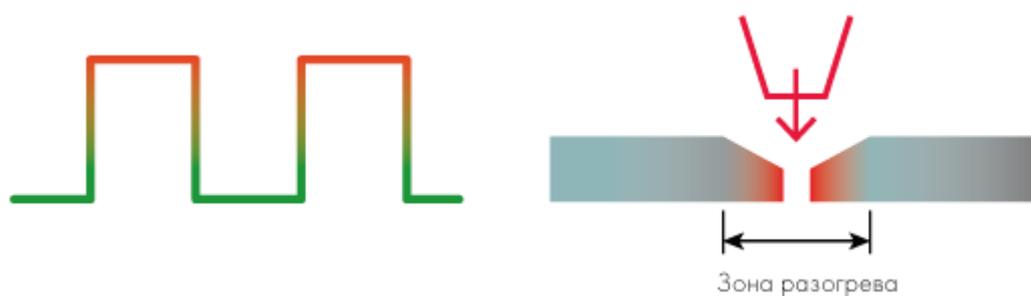


Рисунок 1.3 – Согласование процесса плавления

Пульс – низкочастотная традиционная импульсная сварка (5...300 Гц) применяется для формирования сварного соединения. Обеспечивает эффект нагрева и охлаждения сварочной ванны, причем соотношение частоты импульсов и скорости прохода определяет расстояние между «чешуйками» на валике сварного шва (рисунок 1.4).

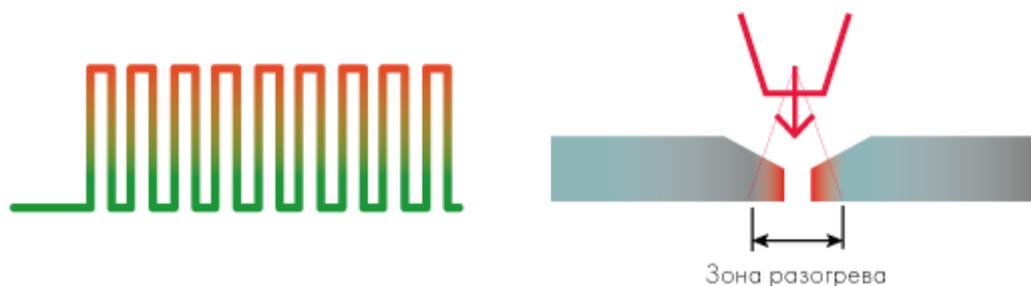


Рисунок 1.4 – Низкочастотное формирование сварного соединения

ВЧ – высокочастотная модуляция (600...15000 Гц) позволяет стабилизировать дугу и сконцентрировать тепловую энергию дуги в узкой зоне.

Это обеспечивает более точное укладывание расплавленного металла и уменьшение сварочных деформаций, особенно на тонколистовых нержавеющей сталях. При высокой частоте импульсов происходит повышенное перемещение в сварочной ванне для лучшей микроструктуры после сварки. Возможность подавать импульсы с частотой 5000 импульсов в секунду повышает устойчивость дуги и потенциальную возможность концентрации, — это очень выгодно для автоматических устройств, где требуется максимальная скорость прохода (рисунок 1.5).

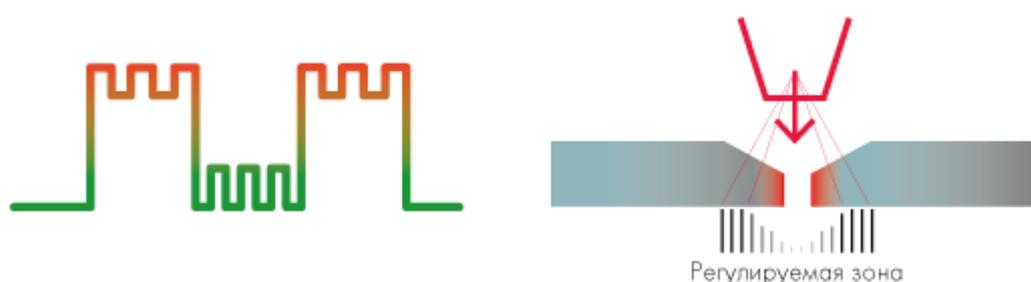


Рисунок 1.5 – Высокочастотная стабилизация дуги

В источниках *EVOSPARK* реализован уникальный режим Пульс + ВЧ, полученный в результате совмещения высокочастотной и низкочастотной модуляции. При чередовании традиционного способа сварки и высокочастотной модуляции Пульс + ВЧ можно добиться более глубокого проникновения и захвата корня шва с сохранением стабильной дуги [7].

1.3.4 Экономичность эксплуатации

Экономичность эксплуатации сварочного источника в немалой степени определяется количеством потребляемой энергии. Источники тока *EVOSPARK* имеют КПД 96%, источники тока других производителей – 82...89% [7].

1.4 Заключение

Апараты работающие в режиме *MIG/MAG* сварки должны соответствовать по своей структуре данной технологии и промышленные образцы обеспечивать сварочный ток не менее 300 А. Применение сварки на постоянном токе повышает прочность и качество соединения по сравнению со сваркой с использованием переменного тока, так как увеличивается глубина проплавления материала; при сварке на постоянном токе с потерей на разбрызгивание. К достоинствам инверторных аппаратов относят: легкость, компактность, низкое энергопотребление и надежность конструкции. Российское сварочное оборудование *EVOSPARK* – это единственное оборудование российского производства, которое по техническим параметрам и конструктивным особенностям не уступает импортным аналогам, а по некоторым показателям даже превосходит их. Технологии сварки, реализуемые оборудованием *EVOSPARK*, позволяют использовать его в различных областях промышленности: тяжелом машиностроении, автомобильной промышленности, транспортном машиностроении, судостроении, изготовлении металлоконструкций, энергетической промышленности и т.д. Выбор данного оборудования можно считать одним из наилучших вариантов.

2 Объект и методы исследования

2.1 Описание сварной конструкции

Основание механизированной крепи МКЮ.2У.166 является сложной сварной конструкцией и выполняет функцию опорной части секции крепи, которое опирается на породы почвы.

Конструкция изделия представлена на чертеже ФЮРА.0МКЮ.2У.118.00.000 СБ. Спецификация рештака приведена в приложении Б. Габаритные размеры изделия: 2715 мм×1416 мм×430 мм.

Масса, кг: 2020 кг.

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

2.2 Требования НД предъявляемые к конструкции

Сборка основания выполняется в соответствии с ОСТ 12.44.107-79 «Изделия угольного машиностроения. Общие технические требования к изготовлению»; Приказ от 11.12.2020 года № 519 об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Требования к производству сварочных работ на опасных производственных объектах».

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

Настоящий документ составлен по результатам анализа и систематизации опыта работ по аттестации сварочных материалов в соответствии с «Порядком применения сварочных материалов при

изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов (РД 03-613-03)» и содержит рекомендации, которые разъясняют некоторые положения указанного документа и унифицируют методологию выполнения и оформления работ [8].

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

Документ устанавливает порядок проведения аттестации сварочного оборудования, используемого при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств, применяемых на опасных производственных объектах, а также порядок оформления результатов аттестации этого оборудования и применяется в части, не противоречащей действующим законодательным и иным нормативным правовым актам [9].

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

Настоящий документ устанавливает порядок применения технологий сварки (наплавки), предназначенных для использования и/или используемых при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов, а также требования и условия проведения испытаний, аттестации и оформления их результатов [10].

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

2.2.1 Требования к подготовке кромок

Зазоры между деталями, собранными под сварку, смещения кромок деталей при стыковой сварке и геометрические размеры сварных швов должны соответствовать требованиям ГОСТ 14771-76 [11].

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

Кромки изделий, подлежащие сварке, и прилегающие к ним поверхности, а также места под контактную сварку должны быть сухими и не иметь сплошной и подповерхностной коррозии, литейного пригара, любых покрытий и загрязнений на ширине, превышающей не менее чем на 10 мм величину катета или ширину сварного шва.

Шероховатость поверхностей торцов не должна быть более параметра Rz 80 мкм [11].

2.2.2 Требования к сварке и прихватке

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

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

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

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

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

По окончании сборочных работ швы прихваток и места под сварку должны быть зачищены от шлака и брызг металла [11].

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

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

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

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

Сварка стальных конструкций должна производиться лицами, имеющими удостоверение, в квалификацию которых соответствует выполняемой работе.

Сварочные работы должны производиться, как правило, в закрытых помещениях при положительной температуре окружающего воздуха [11].

Предельные отклонения несопрягаемых размеров, получающихся после сварки, не должны превышать значений, указанных в таблице 2.1 [11].

Таблица 2.1 – Предельные отклонения несопрягаемых размеров

Интервал номинальных размеров, мм	Предельные отклонения размеров между поверхностями, ±	
	обработанными резанием	не обработанными резанием
1	2	3
До 180 вкл.	1,5 мм	2,0 мм
Св. 180 до 260 вкл.	1,5 мм	2,5 мм
" 260 " 500 "	2,0 мм	3,0 мм
" 500 " 3150 "	$\frac{JT16}{2}$ по ОСТ 12.44.111-79	$\frac{JT17}{2}$ по ОСТ 12.44.111-79

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3
"3150 " 10000"	$\frac{JT16}{2}$ по СТ СЭВ 177-75	$\frac{JT16}{2}$ по СТ СЭВ 177-75
Примечание. Если требуемую точность конструкции невозможно обеспечить сваркой, то ее следует достигать за счет последующей обработки резанием.		

2.2.3 Требования к сборке сварного изделия

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

Простейшие неотчетливые конструкции допускается собирать без приспособлений.

Собранная конструкция подлежит приемке техническим контролем [11].

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

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

– сварку производить на пониженном режиме (в соответствии с данными табл. 13 и 16 рекомендуемого приложения 5) [12];

– при сварке проволокой диаметрами 1,2 мм высота валика не должна быть менее 5 мм.

В многослойных швах перед наложением каждого последующего шва предыдущий должен быть очищен от шлака [11].

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

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

При выполнении всех сварных соединений одним сварщиком допускается указывать шифр клейма сварщика в доступном для осмотра месте, заключённом в рамку, наносимую несмываемой краской. Место маркировки в таком случае должно быть указано в паспорте технического устройства [13].

2.2.5 Требования к оформлению документации

Документацию следует оформлять в соответствии с приведенными ниже документами.

ГОСТ 2.105-2019 «Единая система конструкторской документации (ЕСКД). ГОСТ 3.1502-85 «Единая система технологической документации (ЕСТД). Формы и правила оформления документов на технический контроль». ГОСТ 3.1119-83 «Единая система технологической документации (ЕСТД). Общие требования комплектности и оформлению комплектов документов на единичные технологические процессы». ГОСТ 3.1407-86 «Единая система

технологической документации (ЕСТД). Формы и требования к заполнению и оформлению документов на технологические процессы, специализированные по методам сборке». ГОСТ 3.1705-81 «Единая система технологической документации (ЕСТД). Правила записи операции переходов. Сварка».

2.2.6 Требования к контролю

Контроль качества сварных соединений стальных конструкций производится:

- ВИК с проверкой геометрических размеров и формы швов в объеме 100 %.
- неразрушающими методами (капиллярный метод контроля) в объеме предусмотренным чертежами КД и НТД (ПТД).

Результаты контроля качества сварных соединений стальных конструкций должны отвечать требованиям СНиП 3.03.01-87 (пп. 8.56-8.76), которые приведены в приложении 14 [14].

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.

При внешнем осмотре качество сварных соединений конструкций должно удовлетворять требованиям табл. П14.1 [14].

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

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

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

По результатам радиографического контроля швы сварных соединений конструкций должны удовлетворять требованиям таблицы П14.2 и П14.3 [12], а по результатам ультразвукового контроля - требованиям таблица П14.4 [12].

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 (см. таблица П14.4 [14]). При этом наименьшую поисковую площадь необходимо уменьшить в два раза. Расстояние между дефектами должно быть не менее удвоенной длины оценочного участка.

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

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

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

2.3 Методы проектирования

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

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

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

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

2.4 Постановка задачи

Целью работы является разработка технологии изготовления основания и проектирование сварочного участка.

Задачами данной выпускной квалификационной работы является: изучить составные детали изделия, определить марку стали, выбрать метод сварки, определить режимы сварки и сварочные материалы, пронормировать операции, составить технологический процесс, рассчитать необходимое количество оборудования и численность рабочих.

3 Разработка технологического процесса

3.1 Анализ исходных данных

3.1.1 Основные материалы

Основание – это цельносварная конструкция из элементов листового проката и литых деталей изготовленная из следующих марок стали: 14ХГ2САФД, 12ДН2ФЛ, 10ХСНД и 35Л.

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

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

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

Таблица 3.2 – Механические свойства стали 14ХГ2САФД [15]

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	КСУ40 МДж/м ²
490-735	590-835	16	59

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

Таблица 3.3 – Химический состав в процентом соотношении стали 12ДН2ФЛ (ГОСТ 977-88) [16]

<i>C</i>	<i>Mn</i>	<i>Ni</i>	<i>Si</i>	<i>Cu</i>	<i>V</i>	<i>P</i>	<i>S</i>
						не более	
0,08-0,16	0,4-0,9	1,8-2,2	0,2-0,4	1,2-1,5	0,8-0,15	0,035	0,035

Таблица 3.4 – Механические свойства стали 12ДН2ФЛ [16]

σ_B , МПа	σ_T , МПа	δ_5 , %	ψ , %	KCU_{40} кДж/м ²
638	540	12	20	294

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

Таблица 3.5 – Химический состав стали 35Л в процентом соотношении (ГОСТ 1050-88) [16]

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

Таблица 3.6 – Механические свойства стали 35 [16]

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	ψ , %	KCU_{40} МДж/м ²
275	491	15	25	34

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

Таблица 3.7 – Химический состав стали 10ХСНД, в процентом соотношении (ГОСТ 19281-89) [16]

<i>C</i>	<i>P</i>	<i>S</i>	<i>As</i>	<i>N</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Cu</i>
Не более									
0,12	0,035	0,040	0,08	0,012	0,8-1,1	0,5-0,8	0,6-0,9	0,5-0,8	0,4-0,6

Таблица 3.8 – Механические свойства стали 10ХСНД [16]

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	ψ , %	KCU_{40} МДж/м ²
390	530-685	19	-	39

Основным критерием при выборе материала является свариваемость. При определении понятия свариваемости металлов необходимо исходить из физической сущности процессов сварки и отношения к ним металлов. Процесс сварки – это комплекс нескольких одновременно протекающих процессов, основными из которых являются: процесс теплового воздействия на металл в околошовных зонах, процесс плавления, металлургические процессы, кристаллизация металлов в зоне сплавления. Следовательно, под свариваемостью необходимо понимать отношение металлов к этим основным процессам. Свариваемость металлов рассматривают с технологической и физической точки зрения [17].

Тепловое воздействие на металл в околошовных участках и процесс плавления определяются способом сварки, его режимами. Отношение металла к конкретному способу сварки и режиму принято считать технологической свариваемостью. Физическая свариваемость определяется процессами, протекающими в зоне сплавления свариваемых металлов, в результате которых образуется неразъемное сварное соединение.

Физическая свариваемость определяется свойствами соединяемых металлов, их способностью вступать между собой в требуемые физико-

химические отношения. Все однородные металлы обладают физической свариваемостью.

Такие особенности сварки, как высокая температура нагрева, малый объём сварочной ванны, специфичность атмосферы над сварочной ванной, а также форма и конструкция свариваемых деталей и т.д. – в ряде случаев обуславливают нежелательные последствия [17]:

- резкое отличие химического состава, механических свойств и структуры металла шва от химического состава, структуры и свойств основного металла;
- изменение структуры и свойств основного металла в зоне термического влияния;
- возникновение в сварных конструкциях значительных напряжений, способствующих в ряде случаев образованию трещин;
- образование в процессе сварки тугоплавких, трудно удаляемых окислов, затрудняющих протекание процесса, загрязняющих металл шва и понижающих его качество;
- образование пористости и газовых раковин в наплавленном металле, нарушающих плотность и прочность сварного соединения и другое.

При различных способах сварки наблюдается заметное окисление компонентов сплавов. В стали, например, выгорает углерод, кремний, марганец, окисляется железо. В связи с этим в определении технологической свариваемости должно входить [17]:

- определение химического состава, структуры и свойств металла шва при том или ином способе сварки;
- оценка структуры и механических свойств околошовной зоны;
- оценка склонности сталей к образованию трещин, которая, однако, является не единственным критерием при определении технологической свариваемости;
- оценка получаемых при сварке окислов металлов и плотности сварного соединения.

Существующие методы определения технологической свариваемости могут быть разделены на две группы: первая группа – прямые способы, когда свариваемость определяется сваркой образцов той или иной формы; вторая группа – косвенные способы, когда сварочный процесс заменяется другими процессами, характер воздействия которых на металл имитирует влияние сварочного процесса. Первая группа даёт прямой ответ на вопрос о предпочтительности того или иного способа сварки, о трудностях, возникающих при сварке тем или иным способом, о рациональном режиме сварки и т.п. Вторая группа способов, имитирующих сварочные процессы, не может дать прямого ответа на все вопросы, связанные с практическим осуществлением сварки металлов, и они должны рассматриваться только как предварительные лабораторные испытания.

Для классификации по свариваемости стали подразделяются на четыре группы [17]:

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

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

Для определения стойкости металла против образования трещин определяют эквивалентное содержание углерода по формуле, которую предложил французский ученый Сефериан [18]:

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

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

Если углеродный эквивалент $C_{\text{экв}}$ больше 0,45 процентов, то для обеспечения стойкости околошовной зоны против образования околошовных трещин и закалочных структур следует применять предварительный подогрев,

а в ряде случаев и последующую термообработку свариваемого металла.

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 14ХГ2САФД:

$$C_{\text{экв}} = 0,12 + (1,4/6) + (0,4/24) + (0,3/10) + (0,05/5) + (0,04/14) = 0,30 \%$$

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 12ДН2ФЛ:

$$C_{\text{экв}} = 0,08 + (0,4/6) + (0,2/24) + (1,8/10) + (1,2/5) + (0,08/14) = 0,28 \%$$

Сталь 12ДН2ФЛ – для отливок легированная ГОСТ 977-88 [19]. Сталь 14ХГ2САФД – легированная высокопрочная износостойкая мартенситно-бейнитная по ТУ 14-1-4632-93 [15]. Сталь 10ХСНД – низколегированная конструкционная ГОСТ19281-73 [19]. Эти стали относятся к первой группе свариваемости и обладают хорошей свариваемостью [19]. Ограничения по свариваемости могут быть лишь по минимальной температуре окружающей среды (не ниже минус 10 градусов по Цельсию). Сталь 35 является углеродистой ГОСТ 1050-74 [19]. Эта сталь относится ко второй группе свариваемости и обладают удовлетворительной свариваемостью. Ограничения по свариваемости могут быть лишь по минимальной температуре окружающей среды (не ниже минус 10 градусов по Цельсию). При сварке низкоуглеродистых сталей легко обеспечить равнопрочность сварного шва основному металлу. Этому способствует ускоренное охлаждение шва. Кроме того, наплавленный металл иногда легируют небольшим количеством марганца и кремния через сварочную проволоку.

3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки

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

Выбранный способ сварки должен удовлетворять требованиям, установленным исходными данными. Если в результате выбора предполагается

несколько способов, то окончательный выбор производится по результатам экономической эффективности.

Для сталей 14ХГ2САФД, 12ДН2ФЛ, 10ХСНД и 35Л рекомендуются следующие способы сварки: механизированная и автоматическая сварка в среде защитных газов *ISO 14175-M21-ArC-20* по ГОСТ Р ИСО 14175-2010 электродной проволокой диаметром 0,8...2,0 мм; автоматическая дуговая сварка под флюсом электродной проволокой диаметром 1,6...5,0 мм; электрошлаковая сварка проволочными, пластинчатыми и комбинированными электродами [19]. Выбираем сварку плавящимся электродом в среде защитных газов *ISO 14175-M21-ArC-20* по ГОСТ Р ИСО 14175-2010, так как данный вид сварки гораздо экономичней и технологичней ручной дуговой сварки. Сварку под слоем флюса не применяем, так как в изделии нет протяженных швов удобных для данного вида сварки.

3.1.3 Выбор сварочных материалов

При выборе сварочной проволоки следует учитывать химический состав свариваемых сталей, химический состав проволоки должен быть близким к химическому составу стали. Для сварки в среде защитных газов выберем сварочную проволоку Св-08Г2С-О ГОСТ 2246-70 и Св-08ГСМТ ГОСТ 2246-70 диаметром 1,2 миллиметра. Химический состав проволоки и механические свойства металла шва приведены в таблице 3.9 и 3.10.

Таблица 3.9 – Химический состав проволоки в процентном соотношении [20]

Марка проволоки	Химический состав							
	C	Mn	Si	Ti	Ni	Cr	S	P
					не более			
СВ-08Г2С-О	0,05÷0,11	1,8÷2,1	0,7÷0,95	-	0,025	0,02	0,025	0,03
СВ-08ГСМТ	0,06-0,11	1,00-1,30	0,40-0,70	0,05-0,12	0,3	0,3	0,025	0,03

Таблица 3.10 – Механические свойства металла шва [21,22]

Марка проволоки	σ_B , МПа	δ , %	KCU , кДж/см ²	
			20 ⁰ С	-20 ⁰ С
СВ-08Г2С-О	510	12	100	60
СВ-08ГСМТ	560	24	-	109

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

3.2 Технологические режимы сварки

Сварочный аппарат *EVOMIG 400* характеризуется наличием цифрового синергетического управления. Режимы сварки (сила тока и напряжение) зависит от толщины металла, используемом в защитном газе и диаметре проволоки.

3.3 Выбор основного оборудования

Выбираем источники сварочного тока и сварочный аппарат для механизированной сварки. Для сварки нужен аппарат, поддерживающий необходимую технологию сварки и сварочный ток. Согласно требуемым условиям выбираем сварочный аппарат *EVOMIG 400* [23] с устройством подачи проволоки открытого типа УПП-300П [24]. Технические характеристики сварочного аппарата *EVOMIG 400* показаны в таблице 3.11.

Таблица 3.11 – Технические характеристики сварочного аппарата *EVOMIG 400* [23]

Наименование параметра	Значение
1	2
Диапазон регулирования сварочного тока, А в режиме	
<i>MIG/MAG</i>	25...380
<i>MMA</i>	20...350
Строжки	150...400
<i>TIG DC Lift</i>	3...400
Сила тока при ПВ 100% и t=40 °С	350 (380) А
Напряжение питающей сети (±25%)	400 В
Частота тока сети	50/60 Гц
Потребляемый ток	32 А
Автомат, выключатель	3х40 А
Макс. потр. мощность	16 кВт
КПД	96%
Напряжение холостого хода	93 В
Габариты источника	740х300х460 мм
Масса источника	42,5 кг

Таблица 3.11 – Продолжение таблицы

1	2
Класс защиты	<i>IP 34</i>
Класс изоляции	Н

Для управления сварочной машиной применяется панель управления с ЖК-экраном, кнопками и двумя энкодерами. Панель установлена на источнике питания. В зависимости от требований заказчика панель управления аппаратом может быть установлена на сварочном источнике, на подающем устройстве полуавтомата или на оба устройства одновременно.

В управлении пультом применяется концепция «одной руки». Это означает, что абсолютное большинство действий в меню можно выполнить только одной рукой. Цветовое оформление может быть различным в зависимости от версии дизайна или может быть выбрано пользователем. Но организация информационного пространства данной модели пульта останется неизменной.

Программные модификации.

EVOMIG Basic.

Синергетическое управление.

100 ячеек для записи сварочных режимов.

Режимы сварки корневых швов.

Root.

Режим глубокого проплавления.

Режим ручной дуговой сварки *ММАЭ*

Функция прямого управления дугой *DAC* для алюминиевых сплавов.

Режим строжки.

EVOMIG ProFe.

Набор программ *Basic.*

Импульсные программы для сталей.

EVOMIG ProAl.

Набор программ *ProFe* +

Импульсные программы для алюминиевых сплавов.

Сварочные режимы *EVOMIG*

Normal. Стандартный процесс полуавтоматической сварки с короткими замыканиями.

Root. Процесс сварки короткой «холодной» дугой. Оптимален для сварки корневых швов и тонких листов металла.

JetArc. Процесс сварки динамичной концентрированной дугой с глубоким проплавлением с возможностью формирования обратного валика шва.

DAC-MD (Direct Arc Control Modulation). Режим сварки с контролем коротких замыканий и импульсной модуляцией тока, что обеспечивает более высокую скорость сварки, минимальное разбрызгивание и меньшее тепловложение по сравнению с режимом *Normal*.

R-Pipe. Режим для сварки корневых швов и деталей с увеличенным зазором с гарантированным формированием обратного валика.

Pulse. Импульсный режим сварки. Обеспечивает качественное формирование шва без дополнительных движений рукой сварщика («ёлочкой», «полумесяцем» и др.), отсутствие брызг и высокую производительность.

Базовая комплектация:

- сварочный аппарат;
- устройство подачи сварочной проволоки УПП 300 П;
- штекер для подключения подогревателя газа;
- колёса;
- кабель подключения к сети, 5 м;
- руководство по эксплуатации;
- паспорт.

Технические характеристики устройства подачи проволоки УПП-300П показаны в таблице 3.12.

Таблица 3.12 – Технические характеристики устройства подачи проволоки УПП-300П [24]

Наименование параметра	Значение
Скорость подачи проволоки	1,0...25,0 м/мин
Диаметр сварочной проволоки	0,8...2,0 мм
4 ролика, 4 ведущих	
Питание	36 В
ПВ 100% при работе с токами до	550 А
Класс защиты	IP 23
Класс изоляции	Н
Euro-разъём подключения горелки	
Габариты	700×300×430 мм
Масса	19,0 кг

3.4 Выбор оснастки

Оснастка технологическая – это совокупность приспособлений для установки и закрепления заготовок и инструмента, выполнения сборочных операций, деталей или изделий. Использование оснастки позволяет осуществить дополнительную или специальную обработку и/или доработку выпускаемых изделий.

При изготовлении основания применяются: приспособления сборочно-сварочные (оно служит для легкой установки и фиксации деталей) и позиционер обеспечивающий легкий поворот изделия. Спецификация приспособления сборочно-сварочного приведена в приложении Б.

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

В современном серийном сварочном производстве, существуют определенные принципы построения маршрута выпуска изделия. Так, при изготовлении продукции, включающей в себя некоторое количество деталей, на первом этапе из соответствующих элементов изготавливают сборочные единицы. Затем из сборочных единиц производят полную сборку изделия.

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

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

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

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

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

Транспортная операция обеспечивает связь между отдельными рабочими местами, осуществляет перемещение материалов, деталей,

сборочных единиц. Она осуществляется как при помощи межоперационного, так и внутрицехового, напольного транспорта [21].

На рисунке 3.1 показана технологическая схема сборки основания.

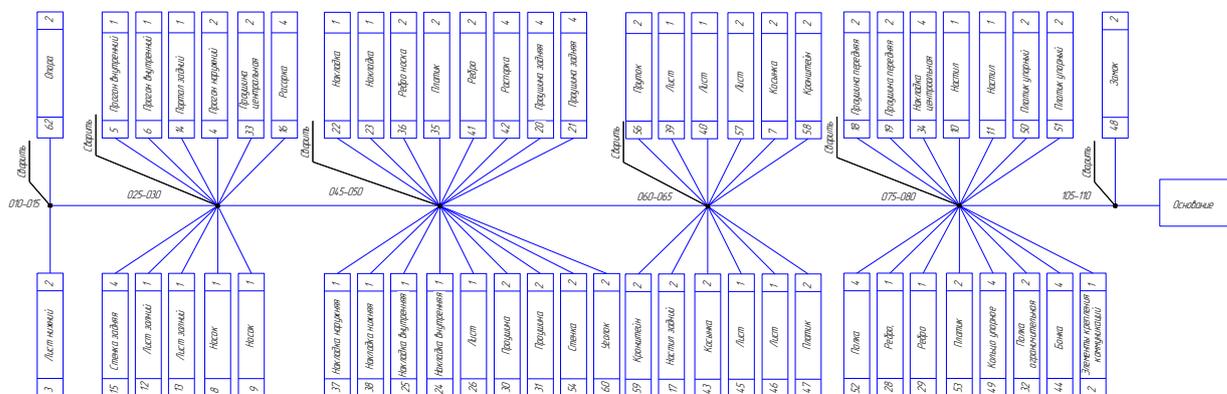


Рисунок 3.1 – Технологическая схема сборки основания

3.6 Выбор методов контроля, регламент, оборудование

Операционный контроль сварочных работ

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

Перед началом сварки проверяется [25]:

- 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 [25]:

- 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 [25]:

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

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

Контроль размеров сварного шва и определение величины выявленных дефектов следует производить измерительным инструментом, имеющим точность измерения $\pm 0,1$ мм, или специальными шаблонами для проверки геометрических размеров швов. При внешнем осмотре рекомендуется применять 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°C 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 [25].

Для ВИК применяются: штангенциркуль ШЦ-2-1600, лупа 7-х, линейка L1000, угольник и Шаблон Ушерова-Маршака.

В качестве инструкции по капиллярного методу контроля руководствуемся РД-13-06-2006 «Методические рекомендации о порядке проведения капиллярного контроля технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на опасных производственных объектах» [26].

Капиллярному контролю подлежат сварные швы, обозначенные ** на чертеже изделия.

Капиллярный контроль (метод красок) проводят в целях выявления поверхностных несплошностей: трещин, пор, шлаковых включений, раковин, межкристаллитной коррозии, коррозионного растрескивания и других несплошностей, а также места их расположения, протяженности и характера распространения.

Необходимыми условиями для проведения капиллярного контроля являются: наличие доступа к контролируемой поверхности для обработки ее дефектоскопическими материалами и возможностью достаточного освещения (не менее 500 Лк), приемлемые уровни температур окружающего воздуха и контролируемой поверхности.

При контроле сварных соединений контролируемая зона включает всю поверхность сварного шва, а также примыкающие к нему участки основного материала (зону термического влияния) в обе стороны от шва шириной такой же, как при ВИК.

Для проверки чувствительности дефектоскопических материалов применяют контрольные образцы.

В качестве набора для проведения капиллярной дефектоскопии основание МКЮ.2У.166 применяется набор от компании Sherwin [27]. В состав набора входят три составляющих:

Пенетрант *DP-51* Sherwin. Универсальный красный пенетрант для капиллярной дефектоскопии в среднем температурном диапазоне. Пенетрант *DP-51* соответствует 2 классу чувствительности по ГОСТ 18442-80. Пенетрант не вызывает коррозии, легко смывается водой и совместим с металлическими материалами. Основные характеристики пенетранта *DP-51*: температура применения - от +10 до + 50°C, время проникновения в полость дефекта – от 5 до 30мин в зависимости от температуры, средний расход – 150мл. на 1кв.м. Упаковка – аэрозольные баллоны 500 мл и емкости объемом – 1,5,10,25 л. [27].

Универсальный очиститель *DR 60* Sherwin используется для очистки контролируемой поверхности и удаления избытков пенетранта после его нанесения. *DR 60* используется с любыми металлами и большинством полимерных изделий, очиститель *DR 60* может применяться с любыми пенетрантами Sherwin. Основные характеристики очистителя *Sherwin DR-60*: температура применения - от 0 до + 50°C, температура замерзания -15°C. Расход очистителя сильно зависит от типа поверхности и ее загрязненности. Упаковка – аэрозольные баллоны по 500 мл и емкости объемом – 1,5,10,25л. [27].

D-100 Sherwin – универсальный, спиртовой проявитель белого цвета, использующийся для выявления следов пенетранта при средних температурах. Обязательным условием применения, является распыление проявителя только при помощи аэрозольного баллона или специального пульверизатора. Основные характеристики проявителя *Sherwin D-100*: температура применения - от 0 до + 50°C, время индикации дефекта – от 1-10 мин, средний расход – 150мл. на 1кв.м. Упаковка – аэрозольные баллоны по 500 мл и емкости объемом – 1,5,10,25л. [27].

Капиллярный контроль проводится в следующей последовательности [26]:

- нанесение индикаторного пенетранта;
- удаление индикаторного пенетранта с контролируемой поверхности;
- сушка поверхности объекта контроля;
- нанесение и сушка проявителя пенетранта;
- осмотр контролируемой поверхности и регистрация дефектов;
- удаление проявителя.

После устранения выявленных дефектов проводится повторный контроль в указанной последовательности.

Результаты контроля оцениваются в соответствии с нормами допустимости дефектов, предусмотренными документацией на изготовление, строительство, ремонт, реконструкцию, эксплуатацию или техническое освидетельствование.

При возникновении сомнительных мест с ложными индикациями индикаторный след удаляется и проводится визуальный осмотр с применением лупы 2-7-кратного увеличения. В сомнительных случаях проводится повторный контроль [26].

3.7 Разработка технической документации

Основное требование к технологии любой совокупности операций, выполняемых на отдельном рабочем месте, заключается в рациональной их последовательности с использованием необходимых приспособлений и оснастки.

При этом должны быть достигнуты соответствующие требования чертежа, точность сборки, возможная наименьшая продолжительность сборки и сварки соединяемых деталей, максимальное облегчение условий труда, обеспечение безопасности работ. Выполнение этих требований достигается применением соответствующих рациональных сборочных приспособлений, подъёмно-транспортных устройств, механизации сборочных процессов [28].

Разработка технологических процессов включает [28]:

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

В результате должны быть достигнуты [28]:

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

Для удобного расположения всех записей и расчётных данных технологический процесс выполняют на особых бланках, называемых ведомостями технологического процесса, технологическими и инструкционными картами.

Эти бланки после их заполнения составляют документацию разработки технологического процесса, которые должны содержать [28]:

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

- нормы трудоёмкости, расходы основных и вспомогательных материалов.

Сначала на приспособление устанавливаются листы нижние поз. 3 (2 шт.), детали прижимаются к приспособлению затем на него устанавливаются опоры поз. 62 (2 шт.). Далее устанавливаются прогоны внутренние поз. 5, поз. 6. После этого устанавливаю портал поз. 14, прогон наружный поз. 4 (2 шт.), проушины центральные поз. 33 (2 шт.), распорки поз. 16 (4 шт.), стенки задние поз. 15 (4 шт.), листы задние поз. 12 и поз. 13, носки поз. 8 и поз. 9. Детали фиксируются винтовыми прижимами. Детали во время установки прихватываются и свариваются. Окончательная сборка-сварка производится на позиционере. По окончании сварки производится слесарная обработка и контроль.

Технологический процесс производства основания приведен в приложении А.

3.8 Техническое нормирование операций

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

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

Норма штучного времени для всех видов дуговой сварки [29]:

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

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

L – длина сварного шва по чертежу;

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

Неполное штучно-калькуляционное время на 1 метр шва [29]:

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

где, T_o – основное время сварки;

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

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

Для механизированной сварки в смеси газов плавящимся электродом сумма коэффициентов составляет 27% [29].

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

где F – площадь поперечного сечения наплавленного металла шва, мм²,

I – сила сварочного тока, А;

γ – плотность наплавленного металла, г/см³;

α_n – коэффициент наплавки, г/(А·ч).

Для примера рассчитаем Время сварки для шва №20 нестандартный с толщиной стенки 20 мм:

$$T_o = \frac{20 \times 7,85 \times 60}{260 \times 15} + \frac{30,2 \times 7,85 \times 60}{280 \times 15} \times 2 = 7,1 \text{ мин.}$$

Определим время на операцию 010

Масса детали поз. 3 (2 шт.) $m_1=165,2$ кг; установка изделия кран-балкой на приспособление $t_1=1,8 \times 2=3,6$ мин.; прижатие деталей к плите сборочной $t_2=1,1$ мин.; масса детали поз. 62 (2 шт.) $m_2=67,1$ кг; установка детали кран-балкой на приспособление $t_3=1,6 \times 2=3,2$ мин.; контроль мастера $t_4=3,1$ мин.

$$t_{B.и} = 3,6 + 1,1 + 3,2 + 3,1 = 11 \text{ мин.}$$

Определим время на операцию 015

Предварительный подогрев $t_1=5,8$ мин.; отпуск $t_2=5$ мин.; клеймение $t_3=2,1$ мин.

Найдем время на прихватку:

$$1) \quad 0,1 \times 46 = 4,6 \text{ мин.},$$

$$2) \quad t_{B.и} = 5,8 + 5 + 2,1 + 4,6 = 17,5 \text{ мин.},$$

$$3) \quad T_{н.ш.-к} = (7,1 + 0,75) \times \left(1 + \frac{17}{100}\right) = 9,9 \text{ мин.},$$

$$4) \quad T_{ш} = 9,9 \times 1,36 + 17,5 = 31 \text{ мин.}$$

Определим время на операцию 020

Контроль $t_1 = 19$ мин.

$t_{в.и} = 19$ мин.

Определим время на операцию 025

Масса детали поз. 5 $m_1 = 109,9$ кг; установка изделия кран-балкой на приспособление $t_1 = 1,8$ мин.; масса детали поз. 6 $m_2 = 109,9$ кг; установка детали кран-балкой на приспособление $t_2 = 1,8$ мин.; масса детали поз. 14 $m_3 = 74,5$ кг; установка детали кран-балкой на приспособление $t_3 = 1,6$ мин.; масса детали поз. 4 (2 шт.) $m_4 = 112,48$ кг; установка детали кран-балкой на приспособление $t_4 = 1,8 \cdot 2 = 3,2$ мин.; масса детали поз. 33 (2 шт.) $m_5 = 10,9$ кг; установка детали кран-балкой на приспособление $t_5 = 0,71 \times 2 = 1,42$ мин.; масса детали поз. 15 (4 шт.) $m_6 = 9,78$ кг; установка детали кран-балкой на приспособление $t_6 = 0,6 \times 4 = 2,4$ мин.; масса детали поз. 12 $m_7 = 6,8$ кг; установка детали кран-балкой на приспособление $t_7 = 0,56$ мин.; масса детали поз. 13 $m_8 = 6,8$ кг; установка детали кран-балкой на приспособление $t_8 = 0,56$ мин.; масса детали поз. 8 $m_9 = 7,4$ кг; установка детали кран-балкой на приспособление $t_9 = 0,56$ мин.; масса детали поз. 9 $m_{10} = 7,4$ кг; установка детали осуществляется кран-балкой на приспособление $t_{10} = 0,56$ мин.; фиксация винтовыми прижимами, эксцентриковыми прижимами и прижимами шаблонами $t_{11} = 10,8$ мин.; масса детали сб. ед. поз. 1 $m_{11} = 108,6$ кг; установка детали кран-балкой на приспособление $t_{12} = 1,8$ мин.; контроль исполнителем $t_{13} = 6,5$ мин.

$$t_{в.и} = 1,8 + 1,8 + 1,6 + 1,8 \times 2 + 0,71 \times 2 + 0,6 \times 4 + 0,56 + 0,56 + 0,56 + 0,56 + 10,8 + 1,8 + 6,5 = \\ = 33,96 \text{ мин.}$$

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

Таблица 3.13 – Нормы штучного времени разработанного технологического процесса изготовления основания

№ опер.	Наименование операции	T _{шт} , мин.
1	2	3
005	Комплектовочная	-
010	Сборочная	11
015	Сварочная	28,03
020	Контроль	19
025	Сборочная	33,96
030	Сварочная	770,47
035	Слесарная	12
040	Контроль	21
045	Сборочная	33,82
050	Сварочная	824,33
055	Контроль	11,3
057	Перемещение	4
060	Сборочная	37,89
065	Сварочная	1047,78
070	Контроль	18
075	Сборочная	32,94
080	Сварочная	550,37
085	Слесарная	274,8
090	Контроль	23,5
095	Контроль ЦЗЛ	30,2
100	Мехобработка	-
105	Сборочная	1,92

Продолжение таблицы 3.13

1	2	3
110	Сварочная	10,28
115	Слесарная	2,4
120	Контроль	11,6
Итого:		3810,59

3.9 Материальное нормирование

3.9.1 Расход металла

Количество металла, идущего на изготовление изделия определяем по формуле:

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

где m – вес одного изделия, кг;

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

$$m_m = 2020 \times 1,3 = 2626 \text{ кг.}$$

3.9.2 Расход сварочной проволоки

Расчет расхода сварочной проволоки для сварки [17]:

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

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

ψ_p – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки, $\psi_p = 0,01 \dots 0,15$, принимаем $\psi_p = 0,05$;

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

Для проволоки Св-08ГСМТ:

$$M_{ЭП} = 1,03 \times (1 + 0,05) \times 15,992 = 18,119 \text{ кг.}$$

Для проволоки Св-08Г2С-О:

$$M_{ЭП} = 1,03 \times (1 + 0,05) \times 143,931 = 163,074 \text{ кг.}$$

3.9.3 Расход защитного газа

Расчет защитного газа произведем по формуле [17]:

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

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

$$Q_{з.г.} = 17 \times 3170 = 53894 \text{ м}^3.$$

3.9.4 Расход электроэнергии

Расход технологической электроэнергии производим по формуле [17]:

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

где U_c, I_c – электрические параметры режима сварки;

t_c – основное время сварки шва;

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

P_x – мощность холостого хода источника;

Затраты на технологическую электроэнергию определим по формуле:

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

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

$Ц_{э.э.}$ – цена 1 кВт·ч электроэнергии, $Ц_{э.э.} = 5,63$ руб/кВт·ч;

$$W_{ТЭ} = \frac{26 \times 260 \times 5,284}{0,9} + \frac{28 \times 280 \times 47,55}{0,9} + 0,4 \times \left(\frac{52,836}{0,7} - 52,836 \right) = 498213 \text{ Вт} \times \text{ч},$$

$$З_{ТЭ} = 498,213 \times 5,63 = 2804,94 \text{ руб.}$$

4 Конструкторский раздел

4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений

Одним из самых главных и наиболее эффективных направлений в развитии технического прогресса являются комплексная механизация и автоматизация производственного 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 долю сборочных, транспортных и различных вспомогательных работ, механизация и автоматизация которых осуществляется с помощью так называемого механического сварочного оборудования в общем комплексе механизации или автоматизации сварочного производства, то их можно охарактеризовать цифрой 70-75 процентов всего комплекса цехового оборудования [31].

Приспособление сборочно-сварочное.

При изготовлении основания используются приспособление сборочно-сварочное, которое состоит винтовых и эксцентриковых прижимов, шаблонов, откидных прижимов.

4.2 Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений

Закрепление деталей в сварочном приспособлении осуществляется винтовым прижимом. Резьбовое крепление – самое распространенное в конструкции приспособлений. Резьба может применяться самая разнообразная, но рекомендуется метрическая. Такая резьба, обеспечивая условие самоторможения. Усилие зажима P , кгс, определяется по формуле [32]:

$$P = \frac{Q \times L}{r_{cp} \times \operatorname{tg}(\alpha + \rho) + 0,3 \times \mu \times d_1}, \quad (4.1)$$

где Q – усилие на ключе или рукоятке, Н;

L – радиус рукоятки, мм;

r_{cp} – средний радиус резьбы, мм.;

α – угол наклона резьбы, градус;

ρ – угол трения в резьбовой паре, градус (для метрической резьбы $\rho = 6^\circ 34'$);

μ – коэффициент трения скольжения на торце винта, $\mu = 0,1$;

d_1 – диаметр контактного кольца между винтом и пятой, мм.

Угол трения в резьбе зависит от вида резьбы. Приведенный угол трения определяется выражением [32]:

$$\rho = \frac{f}{\cos \beta}, \quad (4.2)$$

где $f = 0,1$ – коэффициент трения скольжения;

β – половина угла при вершине профиля резьбы. Для метрической резьбы $\beta = 30^\circ$, тогда $\rho = 6^\circ 40'$.

Определим усилие зажима, передаваемое болтом. Для болта диаметром 14 мм усилие на рукоятке $Q = 10$ Н.; средний радиус резьбы $r_{cp} = 6,46$ мм.; вылет рукоятки $L = 0,15$ м.; угол подъема винтовой линии $\alpha = 2^\circ 28'$.

$$P = \frac{10 \times 0,15 \times 10^3}{6,46 \times \operatorname{tg}(2^\circ 28' + 6^\circ 40') + 0,3 \times 0,1 \times 14} = 585 \text{ кгс.}$$

4.3 Порядок работы приспособлений

На приспособление устанавливаются прогоны внутренние поз. 5 и поз. 6, прогоны наружные поз 4 (2 шт.) фиксируются винтовыми прижимами. Сверху прогоны фиксируются винтовым шаблоном-прижимом.

5 Проектирование участка сборки-сварки

5.1 Состав сборочно-сварочного цеха

5.1.1 Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха

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

Эти требования обуславливаются главным образом индивидуальными особенностями заданных сварных конструкций и соответствующих рационально выбранных способов их изготовления; характерными особенностями типа производства и организационных форм его существования; степенью производственной связи основных отделений и участков с другими производственными и вспомогательными отделениями цеха [33].

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

5.2 Расчет основных элементов производства

К основным элементам производства относятся рабочие, ИТР, контролеры, оборудование, материалы и энергетические затраты [22].

5.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования

Необходимое количество оборудования определяется по формуле [28]:

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

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

Φ_d — действительный фонд рабочего времени, ч.;

$$T_r = N \times T, \quad (3.2)$$

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

T – длительность одной операции, мин.

– для операции 010-055

$$T_r = 500 \times \frac{1764,9}{60} = 14707 \text{ ч.},$$

Φ_H – номинальный фонд рабочего времени при двухсменной работе равен 3960 часов, найдем действительный отняв от номинального процент потерь времени:

$$\Phi_d = \Phi_H - 5\% = 3660 - 5\% = 3762 \text{ ч.},$$

$$n_p = \frac{14707}{3762} = 3,91,$$

округляем n_p в большую сторону и принимаем $n_p = 4$.

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_z = \frac{n_p}{n'_p} = \frac{3,91}{4} = 0,977.$$

– для операции 060-120

$$T_r = 500 \times \frac{2041,68}{60} = 17014 \text{ ч.},$$

$$n_p = \frac{17014}{3762} = 4,52,$$

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

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p} = \frac{4,52}{5} = 0,904.$$

5.2.2 Определение состава и численности рабочих

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

$$\Sigma T_r = 670 + 278 + 446 = 883 \text{ ч.}$$

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

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

Определим количество рабочих явочных:

$$P_{ЯВ} = \frac{T_R}{\Phi_H} = \frac{31722}{1976} = 16,05. \quad (5.3)$$

Примем число сварщиков равным $P_{ЯВ} = 17$. В первую смену работает 9 человек, а во вторую смену работает 8 человек.

Определим количество рабочих списочных:

$$P_{СП} = \frac{T_R}{\Phi_D} = \frac{31722}{1739} = 18,24. \quad (5.4)$$

Примем число сварщиков равным $P_{СП} = 19$.

Вспомогательных рабочих (25% от количества основных рабочих) – 5;

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

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

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

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

5.3 Пространственное расположение производственного процесса

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 [33].

Независимо от принадлежности к какой-либо разновидности сварочного производства сборочно-сварочные цехи могут включать следующие отделения и помещения [33]:

- 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.

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.

На сварочном участке расположены одиннадцать сборочно-сварочных приспособлений, сварочный аппарат *EVOMIG* 400 с устройством подачи проволоки УПП-300П, перемещение деталей осуществляется кран-балкой $Q=2$ т и краном мостовым $Q=5$ т перемещаются готовые изделия.

6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

6.1 Финансирование проекта и маркетинг

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

6.2 Экономический анализ техпроцесса

Будет проведена экономическая оценка стоимости технологического процесса изготовления основания крепи механизированной ФЮРА. МКЮ.2У.118.00.000 СБ.

Основание ФЮРА. МКЮ.2У.118.00.000 СБ входит в состав крепи механизированной МКЮ.2У.166. Крепь механизированная поддерживающе-оградительного типа, предназначена для механизации крепления призабойного пространства, поддержания и управления кровлей, включая тяжелые по проявлению горного давления передвижки забойного конвейера при ведении очистных работ на пологих и наклонных пластах.

Показатель приведенных затрат является обобщающим показателем. В нем находят отражение большинство достоинств и недостатков каждого из сравниваемых вариантов технологического процесса.

В разработанном технологическом процессе применим сборочно-сварочное приспособление ФЮРА.000001.118.00.000 СБ, на котором имеются откидные винтовые прижимы и упоры предназначенные для фиксации

свариваемых деталей сборочной единицы. Так же для котловки сб. ед применяется позиционер.

Применим современное сварочное оборудование: сварочный аппарат *EVOMIG 400* и механизм подачи УПП-300П

Проведем технико-экономический анализ предлагаемого технологического процесса. Нормы штучного времени предлагаемого технологического процесса изготовления основания приведены в таблице 3.10.

Определение приведенных затрат производят по формуле [34]:

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

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

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

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

6.2.1 Расчет капитальных вложений в производственные фонды

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

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

где K_o – стоимость сварочного оборудования;

K_n – стоимость приспособлений;

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

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

6.2.1.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

Капитальные вложения в оборудование определяем по формуле [28]:

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

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

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

μ_{oi} – коэффициент загрузки оборудования i -го типоразмера.

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

Таблица 6.1 – Оптовые цены на сварочное оборудование [35]

Наименование оборудования	Ц _о , руб
<i>EVOMIG 400 9 шт.</i>	249550
Механизм подачи УПП-300П 9 шт.	67000

Капитальные вложения в сварочное оборудование приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Капитальные вложения в сварочное оборудование

Наименование оборудования	К _{со} , руб.·год
<i>EVOMIG 400 9 шт.</i>	2245950
Механизм подачи УПП-300П 1 9 шт.	603000
Итого	2848950

Капитальные вложения в приспособления найдем по формуле [28]:

$$K_{pp} = \sum_{j=1}^m K_{ppj} \times \Pi_j \times m_{nj}, \quad (6.4)$$

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

Π_j – количество приспособлений j -го типоразмера, ед.;

μ_{nj} – коэффициент загрузки j -го приспособления.

Капитальные вложения в приспособления приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Капитальные вложения в приспособления

Наименование оборудования	Ц _{пр.} руб	С _{п.} шт	К _{пр.} руб/ед.год
Приспособление ФЮРА.000001.118.00.000 СБ	256140	4	1024560
Позиционер ВнВ-50	1413932	5	7069660
ИТОГО			8094220

6.2.1.2 Капитальные вложения в подъемно-транспортное оборудование

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

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

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

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

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

6.2.1.3 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями

Капитальные вложения в здание определяется по формуле [34]:

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

где S_{oi} – площадь, занимаемая единицей оборудования, $\text{м}^2/\text{ед}$.

Для предлагаемого технологического процесса: $S = 291,5 \text{ м}^2$,

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

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

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

$$K_{зпт} = 291.5 \times 1 \times 12 \times 94 = 328812 \text{ руб.}$$

6.2.2 Расчет себестоимости единицы продукции

В техническую себестоимость сварочных работ включаются следующие статьи затрат:

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

Определим себестоимость продукции по формуле:

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

где C_m – затраты на основной материал, руб;

$C_{см}$ – затраты на сварочные материалы, руб;

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

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

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

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

C_n – затраты на содержание помещения, руб.

6.2.2.1 Определение затрат на основные материалы

Затраты на металл, идущий на изготовление изделия определяем по формуле [28]:

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

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

C_m – средняя оптовая цена стали 14ХГ2САФД, на 01.01.2021, руб./кг:

- для стали 14ХГ2САФД $C_m=40,63$ руб./кг, при $m_m=2020 \cdot 1,3=$
 $=2626$ кг;

$k_{т.з.}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении материалов $k_{т.з.}=1,04$ [28].

H_o – норма возвратных отходов, $H_o = m_m \cdot 0,3 = 3427 \cdot 0,3 = 1028,1$ кг/шт;

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

Коэффициент потерь материала на отходы составляет 1,3 [30].

$$C_m = 1,04 \cdot (2020 \cdot 40,63) - 1028,1 \cdot 20 = 167689,14 \text{ руб/изд.}$$

6.2.2.2 Определение затрат на сварочные материалы

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле [34]:

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

где G_d – масса наплавленного металла электродной проволоки и электродов, кг:
 $G_d = 185,872$ кг – для проволоки Св-08Г2С-О для разработанного технологического процесса;

k_{nd} – коэффициент, учитывающий расход сварочной проволоки (электрода) [30], $k_{п.с.} = 1,03$;

ψ_p – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки [30], $\psi_p = 1,01 \dots 1,15$, принимаем $\psi_p = 1,1$;

$C_{п.с.} = 169$ – стоимость сварочной проволоки Св-08Г2С-О, руб/кг на

01.01.2021.

$$C_{n.спредл.} = (185,872 \cdot 169) \cdot 1,03 \cdot 1,1 = 35590,21 \text{ руб.}$$

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

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

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

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

T_o – основное время сварки в смеси газов, ч., $T_o = 75,92$ ч.

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

6.2.2.3 Определение затрат на заработную плату

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

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

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

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

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

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

K_c – страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая –1,3.

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

6.2.2.6 Определение затрат на силовую электроэнергию

Затраты на технологическую электроэнергию найдем по формуле [17]:

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

где $Ц_э$ – средняя стоимость электроэнергии, $Ц_э = 5,63$ руб.

Расход технологической электроэнергии найдем по формуле [17]:

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

где U_c, I_c – электрические параметры режима сварки;

t_c – основное время сварки шва;

η_u – КПД источника сварочного тока;

P_x – мощность холостого хода источника;

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

производства (K_u можно выбрать по таблице 3.2.2 [17]).

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

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

6.2.2.7 Определение затрат на сжатый воздух

Затраты на сжатый воздух определяется по формуле [28]:

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

где $g_{возд}^{\text{ЭН}}$ – расход воздуха, м³/ч.

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

Для изготовления одного корпуса расход воздуха составляет:

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

$Ц_{возд} = 0,184295$ руб/м³, стоимость воздуха на 01.01.2021 г.;

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

6.2.2.8 Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования

Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования и помещений включают амортизационные отчисления и затраты на текущий ремонт и обслуживание.

1. Амортизационные отчисления.

Для этого необходимо определить затраты, связанные с обеспечением работ оборудования.

Годовые амортизационные отчисления зависят от стоимости электросварочного оборудования, стоимости механического и вспомогательного оборудования, стоимости приспособлений и подъемно-транспортного оборудования, и определяются по формуле [34]:

$$C_{об} = \frac{K_0 \times n_0}{T_0 \times N_2} + \frac{K_{п} \times n_n}{T_{п} \times N_2} + \frac{K_{п.о} \times n_{п.о}}{T_{п.о} \times N_2}, \quad (6.18)$$

где K_0 – стоимость основного сварочного оборудования;

T_0 – срок службы основного сварочного оборудования, $T_0 = 5$ лет;

$K_{п}$ – стоимость приспособлений;

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

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

$T_{п.о}$ – срок службы подъемно-транспортного оборудования, $T_{п.о} = 20$ лет [36].

$$C_{об} = \frac{(1360276 + 78000) \times 13}{5 \times 500} + \frac{(256140 \times 6) + (1413932 \times 5) + (120000 \times 2)}{5 \times 500} + \frac{185000 \times 1}{20 \times 500} = 11132,14 \text{ руб.}$$

2. Затраты на текущий ремонт и обслуживание.

Стоимость ремонта и обслуживания принимается в размере 3% от стоимости оборудования. Затраты на текущий ремонт дорогостоящего инструмента принимаются в размере 10-20% его балансовой стоимости оборудования. Стоимость ремонта и обслуживания рассчитаем по формуле [34]:

$$C_{\text{рпо}} = \frac{(K_O \times n_o + K_{II} \times n_n + K_{II.O} \times n_{n.o}) \times k_{\text{рпо}}}{N_z}, \quad (6.18)$$

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

$$C_{\text{рпо}} = \frac{[(1360276 + 78000) \times 13 + 256140 \times 6 + 1413932 \times 5 + 120000 \times 2 + 185000 \times 1]}{500} \times 0,03 = 1678,15 \text{ руб.}$$

6.2.2.9 Определение затрат на содержание помещения

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

Определение затрат на содержание здания определяется по формуле [34]:

$$C_n = \frac{S \times m_{oi} \times Ц_{\text{ср.зд}}}{N_z}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.19)$$

где S – площадь участка, м^2 , $S = 291.5 \text{ м}^2$;

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

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

$$C_n = \frac{291.5 \times 0,08 \times 250}{500} = 11.66 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

Результаты расчетов по определению технологической себестоимости сводятся в таблицу 6.4.

Таблица 6.4 – Технологическая себестоимость

№ п/п	Затраты	Сумма руб./ год,
1	Затраты на основной металл	90424096,5
2	Затраты на сварочные материалы	
2.1	Затраты на сварочную проволоку	17795105
2.3	Затраты на защитный газ	2416750
3	Заработная плата	
3.1	Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих с отчислениями на социальное страхование за изделие	9006460
4	Затраты на электроэнергию	2015115
5	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования и помещений	
5.1	Амортизационные отчисления	11132,14
5.2	Затраты на текущий ремонт и обслуживание	181242,6
5.3	Затраты на содержание помещения	5830
ИТОГО технологическая себестоимость:		121855731,24

6.3 Расчет технико-экономической эффективности

Определим себестоимость продукции:

$$C = 500 \times (167689,14 + 35590,21 + 4833,5 + 18012,92 + 4030,23 + 0,35 + 11132,14 + 1678,14 + 23,34) + 406030,89 \times 12 + 1966884,19 = 1283334203,3 \text{ руб/изд. год,}$$

Определим капитальные вложения:

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

Определим количество приведенных затрат:

$$Z_n^2 = 1283334203,3 + 0,15 \cdot 23826968 = 131908248,53 \text{ руб/изд. год.}$$

6.4 Основные технико-экономические показатели участка

Основные технико-экономические показатели участка представлены в таблице 6.5.

Таблица 6.5 – Основные технико-экономические показатели участка

№п/п	Параметр	Значение
1	Годовая производственная программа, шт.	500
2	Трудоёмкость изготовления одного изделия, час	63,5
3	Количество оборудования, шт.	9
4	Количество основных рабочих, чел	19
5	Количество вспомогательных рабочих	5
6	Норма расхода материала, кг	2626
7	Количество приведенных затрат, (руб./изд.)·год	121855731,24
8	Себестоимость одного изделия, руб	243711,46

Вывод. В ходе исследования финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения были определены цены на

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

- капитальные вложения 10943170 руб;
- себестоимость продукции 121855731,24 руб.

В результате проведенных расчетов было определено количество приведенных затрат 132798901,24 руб.

7 Социальная ответственность

7.1 Описание рабочего места

На участке производится сборка и сварка основания крепи механизированной МКЮ.2У.118.00.000. При изготовлении основания крепи механизированной осуществляются следующие операции: сборка, механизированная сварка в среде углекислого газа и аргона, слесарные операции.

При изготовлении основания на участке используется следующее оборудование:

- Аппарат *EVOMIG400* 9 шт с устройством подачи проволоки УПП-300П 9шт;
- приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.118.00.000 СБ 4шт;
- позиционер 5 шт;
- плита сборочно-сварочная 1 шт

Перемещение изделия производят краном мостовым грузоподъемностью 10 т.

Изготавливаемое изделие, основание, оно входит в состав крепи механизированной МКЮ.2У.166. Крепь механизированная поддерживающе-оградительного типа, предназначена для механизации крепления призабойного пространства, поддержания и управления кровлей, включая тяжелые по проявлению горного давления, передвижки забойного конвейера при ведении очистных работ на пологих и наклонных пластах. Масса основания крепи механизированной составляет 3432 кг.

В качестве материала этих деталей используют сталь марки 14ХГ2САФД. Сварка производится в смеси защитных газов *ISO 14175-M21-ArC-20 по ГОСТ Р ИСО 14175-2010* сварочной проволокой Св-08ГСМТ диаметром 1,2 мм.

Проектируемый участок находится на последнем пролете цеха, поэтому освещение осуществляется двумя окнами, расположенными в стене здания, а также 12 светильниками, расположенными непосредственно над участком. Стены цеха выполнены из железобетонных блоков, окрашены в светлые тона.

Завоз деталей в цех и вывоз готовой продукции осуществляется через ворота автомобильным транспортом, также через одни ворота проложено железнодорожное полотно, т.е. имеется возможность доставки и вывоза грузов железнодорожным транспортом. Вход в цех и выход из него осуществляется через две двери.

На случай пожара цех оснащен запасным выходом и системой противопожарной сигнализации. Все работы производятся на участке площадью $S = 291,5 \text{ м}^2$.

7.2. Законодательные и нормативные документы

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

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

- положений «Стандартов безопасности труда»;
- законов о труде РФ;
- технологической документации;

- норм и правил отраслевой производственной санитарии и безопасности труда;
- типовых инструкций по ОТ;
- пунктов ЕСТД («Единая система техдокументации»);
- рекомендаций по эксплуатации и паспортов различных видов агрегатов и оборудования, используемого в организации (при этом следует принимать во внимание статистические данные по производственному травматизму и конкретные условия работы на предприятии).

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

Среди законодательных актов по охране труда основное значение имеет Конституция РФ, Трудовой Кодекс РФ, устанавливающий основные правовые гарантии в части обеспечения охраны труда, а также Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности», Федеральный закон от 24.07.1998 № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний». Из подзаконных актов отметим постановления Правительства РФ: ТК РФ Статья 216.1. Государственная экспертиза условий труда (введена Федеральным законом от 30.06.2006 N 90-ФЗ), ТК РФ Глава 57. Государственный контроль (надзор) и ведомственный контроль за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных актов, содержащих нормы трудового права (в ред. Федерального закона от 18.07.2011 N 242-ФЗ).

К нормативным документам относятся:

1. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-

гигиенические требования. М.: Изд. стандартов, 1989.

2. ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. М.: Изд. стандартов, 1982.

3. ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. М.: Изд. стандартов, 2004.

4. ГОСТ 12.1.046-2014. ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация. М.: Изд. стандартов, 2015.

5. ГОСТ 12.1.003-2014. Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд. стандартов, 2015.

6. Правила устройства электроустановок. М.: Госэнергонадзор, 2000.

7. Приказ от 13 января 2003 года N 6 «Об утверждении Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» (с изменениями на 13 сентября 2018 года). М.: Энергоатомиздат, 2018.

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

9. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. М.: Информ.-издат. центр Минздрава России, 1997.

10. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548096. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996.

11. ПБ 03-498-02 Единые правила безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом.

7.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

При выполнении сварки на работников участка могут воздействовать вредные и опасные производственные факторы: повышенная запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны; ультрафиолетовое, видимое и

инфракрасное излучение сварочной дуги, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла; производственный шум; статическая нагрузка на руку; электрический ток.

1. Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.

При данном процессе сварки в воздух рабочей зоны выделяется до $0,31 \text{ мг/м}^3$ пыли с содержанием в ней марганца до 13,7 процентов (ПДК $0,1-0,2 \text{ мг/м}^3$), а также CO_2 до $0,5 \div 0,6\%$; CO до 160 мг/м^3 ; окислов азота до $8,0 \text{ мг/м}^3$; озона до $0,36 \text{ мг/м}^3$ (ПДК $0,1 \text{ мг/м}^3$); оксидов железа $7,48 \text{ г/кг}$ расходуемого материала; оксида хрома $0,02 \text{ г/кг}$ расходуемого материала (ПДК 1 мг/м^3) [37, 38].

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

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

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

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

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

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

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

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

Каждое рабочее место также оборудуется вытяжным отсосом-зонтом, открытой конструкцией, всасывающее отверстие которой приближено к источнику выделений. Средняя скорость поступающего воздуха в проеме составляет $0,3 \div 3$ метров в секунду [39].

Определим количество конвективного тепла выделяемого источником [40]:

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

где S —площадь, через которую поступает воздух, м^2 ;

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

Найдем площадь, через которую поступает воздух по формуле:

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

где A и B — ширина и длинна зонта, расчеты этих параметров произведем согласно методичке [41];

n – количество зонтов.

Определим количество конвективного тепла выделяемого источником [41]:

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

где $t_{итв}$ – температура поверхности источника и воздуха, °С.

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

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

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

Найдем размеры вытяжного зонта:

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

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

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

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

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

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

Кинематическая схема вентиляции представлена на рисунке 7.1.

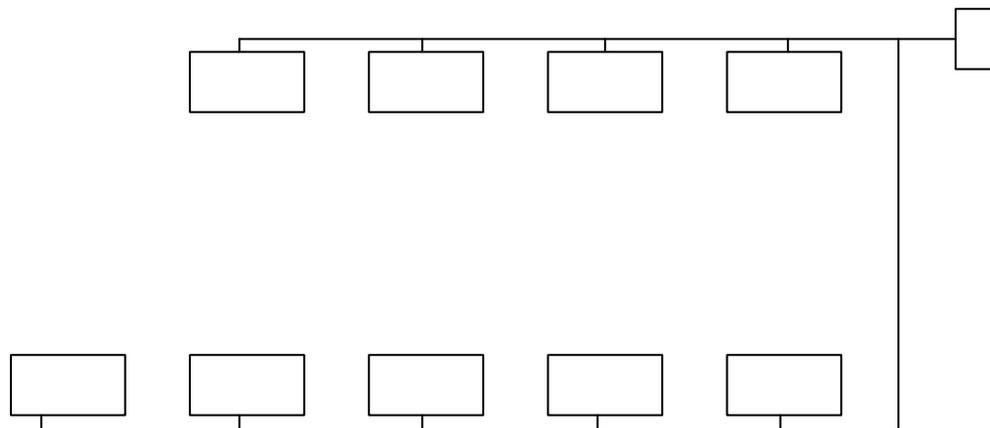


Рисунок 7.1 Кинематическая схема вентиляции

Рассчитаем диаметр воздуховодов.

Сначала рассчитаем расход воздуха для первой ветви:

$$L_{m1} = 123305 \cdot 6/13 = 56910 \text{ м}^3 \cdot \text{ч,}$$

Для второй ветви:

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

Определим диаметр воздуховода по формуле для первой ветви [40]:

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

Определим диаметр воздуховода для второй ветви:

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

Определим диаметр общего воздуховода для:

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

2. Производственный шум.

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

- *POWER WAVE® C300 K2865-1*;
- Аппарат *EVOMIG 400*
- вентиляция;
- сварочная дуга;
- слесарный инструмент: молоток ($m = 2$ кг) ГОСТ 2310-77, шабер, машинка ручная шлифовальная пневматическая ИП 2002 ГОСТ 12364-80, молоток рубильный МР – 22.

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

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

Шум неблагоприятно воздействует на работающего: ослабляет внимание, увеличивает расход энергии при одинаковой физической нагрузке,

замедляет скорость психических реакций, в результате снижается производительность труда и ухудшается качество работы [42].

Мероприятия по борьбе с шумом.

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

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

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

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

3. Статическая нагрузка на руку.

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

плечевого пояса. Сварочные работы относятся к категории физических работ средней тяжести с энергозатратами $172 \div 293$ Дж/с ($150 \div 250$ ккал/ч) [38].

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

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

В производственной обстановке рабочие, находясь вблизи расплавленного или нагретого металла, горячих поверхностей подвергаются воздействию теплоты, излучаемой этими источниками. Горение сварочной дуги сопровождается излучением видимых ослепительно ярких световых лучей и невидимых ультрафиолетовых и инфракрасных лучей. Видимые лучи ослепляют, так как яркость их превышает физиологическую переносимую дозу. Короткие ультрафиолетовые лучи даже при кратковременном воздействии могут вызвать электроофтальмию. Инфракрасные лучи главным образом обладают тепловым эффектом, их интенсивность зависит от мощности дуги.

5 Вибрация.

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

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

Местная вибрация.

По источнику возникновения локальные вибрации подразделяются на передающиеся от:

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

Вибрацию создают пневматические шлифмашинки.

7.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке

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

Система общего освещения сборочно-сварочного участка должна состоять из 20 светильников типа С 3-4 с ртутными лампами ДРЛ мощностью 250 Вт, построенных в 2 ряда по 4 светильника.

7.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

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

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

теплоты, кроме непосредственного воздействия на рабочих, нагревает пол, стены, оборудование, в результате чего температура внутри помещения повышается, что ухудшает условия работы.

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

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

2. Защита от сварочных излучений.

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

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

Спецодежда по ГОСТ 12.4.280-2014 – костюм и брюки, а также рукавицы, изготавливаются из брезента и служат для защиты тела и рук от брызг сварки, и теплового излучения.

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

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

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

Для защиты окружающих рабочих применяются ширмы.

Таблица 7.2–Средства индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке

Наименование средств индивидуальной защиты	Документ, регламентирующий требования к средствам индивидуальной защиты
Костюм брезентовый для сварщика	ТУ 17-08-327-91
Ботинки кожаные	ГОСТ 12.4.032-77
Рукавицы брезентовые (краги)	ГОСТ 12.4.010-75
Перчатки диэлектрические	ГОСТ12.4.307-2016
Циток защитный для э/сварщика НН-ПС 70241	ГОСТ 12.4.035-78
Куртка х/б на утепляющей прокладке	ГОСТ 29.335-92

3. Электрический ток.

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

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

4. Электробезопасность.

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

Сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 4 Ом.

На участке используется контурное заземление – по периметру площади

размещают оценочные заземлители.

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

7.4.1 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов

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

Защита от движущихся механизмов.

Для защиты работающих от движущихся механизмов предусмотрено следующее:

- проходы между оборудованием, движущимися механизмами и перемещаемыми деталями, а также между постами – не менее 1 м; между автоматическими сварочными постами – не менее 2 м.;
- свободная площадь на один сварочный пост – не менее 3 м.;
- при эксплуатации подъёмно-транспортных устройств ограждение всех движущихся и вращающихся частей механизмов;
- правильная фиксация основания на приспособлениях, а также контроль за правильностью строповки;
- контроль за своевременностью аттестации оснастки, грузоподъемных средств и стропов.

7.5 Охрана окружающей среды

1. Защита селитебной зоны

Распределение территорий осуществляется на основании генеральных планов, на которых указаны участки расселения, использования природного компонента, а также учитываются территориальные возможности

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

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

2. Охрана воздушного бассейна.

Для очистки выбросов в атмосферу, производящихся на участке сборки и сварки, достаточно производить улавливание аэрозолей и газообразных примесей из загрязнённого воздуха. Установка для улавливания аэрозолей и пыли предусмотрена в системе вентиляции. Для этого на участке сборки и сварки основания ФЮРА.000001.118.00.000 СБ используют масляные фильтры для очистки воздуха от пыли по ГОСТ Р 51251-99. Пыль, проходя через лабиринт отверстий (вместе с воздухом), образуемых кольцами или сетками, задерживается на их смоченной масляным раствором поверхности. По мере загрязнения фильтра кольца и сетки промывают в содовом растворе, а затем покрывают масляной плёнкой. Эффективность фильтров данного типа составляет 95-98 процентов.

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

3. Охрана водного бассейна

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

4. Охрана почв и утилизация промышленных отходов.

На проектируемом участке сборки и сварки основания предусмотрены емкости для складирования металлических отходов (обрезки сварочной проволоки, бракованные изделия), а также емкости для мусора. Все металлические отходы транспортируются в металлургический цех, где они перерабатываются, а весь мусор вывозится за территорию предприятия в специально отведенные места и уничтожается [45].

7.6 Защита в чрезвычайных ситуациях

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

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

7.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Проект вытяжной вентиляции.

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

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

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

Для поддержания необходимой температуры применяется центральное отопление

Заключение

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

Для сборки-сварки основания применено стационарное сборочно – сварочное приспособление с пневмоприжимами, рассчитаны режимы сварки, разработан технологический процесс.

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

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

Годовая производственная программа составляет 500 изделий.

Площадь спроектированного участка – 291,5м²;

Средний коэффициент загрузки оборудования – 93,7 %;

Количество приведенных затрат – 132798901,24 руб./изд.·год.

Библиография

1. Бардин А., Джаникян А., Никитин С. Романов А. / Инверторное сварочное оборудование // Силовая электроника 2008 – №17 – С. 116-119.
2. Инверторный сварочный полуавтомат серии MicorMIG (с технологией Micor) // ООО «ШТОРМ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.shtormits.ru/catalog/item/invertornyiy-svarochnyy-poluavtomat-serii-micormig-s-tehnologiyey-micor>
3. Сварка MIG/MAG Pulse // ООО «ШТОРМ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.shtorm-lorch.ru/rus/equipment/migmagpulse/sspeedpulse/sersspeedeq/?pid=3856>
4. Явойская О.В. Формирование научной компетенции бакалавров, актуальные проблемы процесса обучения: модернизация аграрного образования : сборник статей международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». Саратов: Саратовский ГАУ, 2013. С. 151–153.
5. Канаев И.С., Явойская О.В. / Сварочное оборудование – фактор повышения эффективности производства // Молодежь и наука 2016 – №12 – С. 50-53.
6. Сварочное оборудование промышленного класса [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: evospark.ru — [Сварочное оборудование промышленного класса](http://evospark.ru)
7. Преимущества двойной частотной модуляции [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [Модуляция TIG P AC/DC — evospark.ru](http://evospark.ru)
8. РД 03-613-03 «Порядок применения сварочных материалов при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов».

9. РД 03-614-03 «Порядок применения сварочного оборудования при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов».

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

11. ОСТ 12.44.107-79 Изделия угольного машиностроения. Общие технические требования к изготовлению.

12. ОСТ 36-58-81 «Конструкции строительные. Сварка. Основные требования».

13. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Требования к производству сварочных работ на опасных производственных объектах».

14. РД 34.15.132-96 Сварка и контроль качества сварных соединений металлоконструкций зданий при сооружении промышленных объектов

15. Сталь 14ХГ2САФД [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [14ХГ2САФД - конструкционная легированная высокопрочная износостойкая мартенситно-бейнитная сталь. \(resursmsk.ru\)](http://resursmsk.ru)

16. Марочник сталей и сплавов / Ю. Г. Драгунов, Ю. В. Каширский и др.; под общей ред. А.С. Зубченко – М.: Машиностроение, 2015. 1216 с.: ИЛЛ.

17. Васильев В.И., Ильященко Д.П. Разработка этапов технологии при дуговой сварки плавлением – Издательство ТПУ, 2008г. - 96 с.

18. Гривняк И. Свариваемость сталей: Пер. со словац. Л.С. Гончаренко; под ред. Э.Л. Макарова.-М.: Машиностроение,1984. - 216 с.

19. Кисаримов Р.А. Справочник сварщика. – М.: ИП РадиоСофт, 2007 – 288 с.

20. ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. технические условия.

21. СВ-08Г2С [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [СВ-08Г2С \(esab.ru\)](http://esab.ru)

22. Сварочная проволока Св-08ГСМТ [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <https://www.svartools.ru/card/svarochnaya-provoloka-sv-08gsmt/>

23. Сварочные аппараты EVOMIG 400 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.:

<https://www.deltasvar.ru/katalog/evospark/%D0%90%D0%BF%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%8B-%D0%B4%D0%BB%D1%8F-%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%83%D0%B0%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B9-%D1%81%D0%B2%D0%B0%D1%80%D0%BA%D0%B8-mig-mag-%D0%A1%D0%B2%D0%B0%D1%80%D0%BE%D1%87%D0%BD%D1%8B%D0%B5-%D0%B0%D0%BF%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%8B-evomig-400>

24. Устройство подачи проволоки открытого типа УПП-300П [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.:

<https://www.deltasvar.ru/katalog/evospark/%D0%9C%D0%B5%D1%85%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D1%8B-%D0%BF%D0%BE%D0%B4%D0%B0%D1%87%D0%B8-%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%BA%D0%B8/%D0%A3%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE-%D0%BF%D0%BE%D0%B4%D0%B0%D1%87%D0%B8-%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%BA%D0%B8-%D0%BE%D1%82%D0%BA%D1%80%D1%8B%D1%82%D0%BE%D0%B3%D0%BE-%D1%82%D0%B8%D0%BF%D0%B0-%D0%A3%D0%9F%D0%9F-300%D0%9F>

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

26. РД-13-06-2006 «Методические рекомендации о порядке проведения капиллярного контроля технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на опасных производственных объектах»

27. Наборы для капиллярного контроля Sherwin [Электронный ресурс] Режим доступа <https://ntcexpert.ru/cd/materialy-sherwin>

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

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

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

31. Крампит Н.Ю. Сварочные приспособления. Учебное пособие для ст. спец. 120500, ИПЛ ЮТИ ТПУ-2004

32. Хайдарова А.А. Сборочно-сварочные приспособления. Этапы конструирования: учебное пособие / Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета. 2013. – 132 с.

33. Крампит Н.Ю., Крампит А.Г. Проектирование сварочных цехов. Эл. учебное пособие для ст. спец. «Оборудование и технология сварочного производства», 2013 г.

34. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение часть ВКР часть ВКР: Методические указания по выполнению экономической части выпускной квалифицированной работы для студентов 151001 «Машиностроение», ЮТИ ТПУ, 2020. – с. 24

35 Сварочный полуавтомат EVOSPARK EVOMIG 400 Basic [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <https://svarma.ru/product/svarochnyj-poluavtomat-evospark-evomig-400-basic.html>

36. ГОСТ 27584-88 Краны мостовые и козловые электрические. Общие технические условия.

37. ГОСТ 12.0.0030-74 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (с изменениями по И-Л-Х1-91)»

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

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

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

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

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

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

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

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

ЮРАС-ЭИВТ Учебная база © 2019 ООО «ЮРАС-Системы проектирования». Адрес в интернете: www.yuras.com
 №. № подл. Подл. и дата Взам. инв. № Инв. № докл. Подл. и дата

Формат	Знак	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		14	ФЮРА.МКЮ.24.118.00.008	Портал задний	1	
		15	ФЮРА.МКЮ.24.118.00.009	Стенка задняя	4	
		16	ФЮРА.МКЮ.24.118.00.010	Распорка	4	
		17	ФЮРА.МКЮ.24.118.00.011	Настил задний	2	
		18	ФЮРА.МКЮ.24.118.00.012	Проушина передняя	2	
		19	-01	Проушина передняя	2	
		20	ФЮРА.МКЮ.24.118.00.013	Проушина задняя	4	
		21	-01	Проушина задняя	4	
		22	ФЮРА.МКЮ.24.118.00.014	Накладка	1	
		23	-01	Накладка	1	
		24	ФЮРА.МКЮ.24.118.00.015	Накладка внутренняя	1	
		25	-01	Накладка внутренняя	1	
		26	ФЮРА.МКЮ.24.118.00.016	Лист	1	
		27	ФЮРА.МКЮ.24.118.00.017	Полка	2	Рез $\sqrt{R050}$
				Б-ПН-12 ГОСТ 19903-74		m=0,26 кг
				Лист 390-ЮХСНД-СБ-12 ГОСТ 19281-89		
				(70±2)х(40±2) мм		
		28	ФЮРА.МКЮ.24.118.00.018	Ребро	1	
		29	-01	Ребро	1	
		30	ФЮРА.МКЮ.24.118.00.019	Проушина	2	
		31	-01	Проушина	2	
		32	ФЮРА.МКЮ.24.118.00.020	Планка ограничительная	2	Рез $\sqrt{R050}$
				ПН-16 ГОСТ 19903-74		m=0,47 кг
				Лист 390-ЮХСНД-СБ-12 ГОСТ 19281-89		
				(190±2)х(20±2) мм		
		33	ФЮРА.МКЮ.24.118.00.021	Проушина центральная	2	
		34	ФЮРА.МКЮ.24.118.00.022	Накладка центральная	4	
		35	ФЮРА.МКЮ.24.118.00.023	Платик	2	
		36	ФЮРА.МКЮ.24.118.00.024	Ребро носка	2	
		37	ФЮРА.МКЮ.24.118.00.025	Накладка наружная	1	

ФЮРА.МКЮ.24.118.00.000					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подл.	Дата	2

Не для коммерческого использования

Копировал

Формат А4

Приложение В
Технологический процесс

		ГОСТ 3.1105-84 Форма 2	
Допл.			
Взам.			
Подл.			
		32	1
		ФЮРА.МЖЮ.2У.118.00.000	
		Оснащение	

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ

на технологический процесс

сборки-сварки

Разработал Караулов Д.Н.

Проверил Ильященко Д.П.

Н. контр. Ильященко Д.П.

Акт _____

ТЛ | Титульный лист

1

Дцбл.	Взам.	Подл.	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Поз.	Наименование ДСЕ или материала	Обозначение ДСЕ	ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. расх.
К/М	Я	Разр.	Проб.	Нормир.	Нач. БТК	Н. контр.	К/М	Разл. п.	Общ. п.	Такт. п.				
<i>Основание</i>														
K01														
02								Проволока Св-08ГСМТ	ГОСТ 2246-70	φ12	18,19 кг			
03								Проволока Св-08Г2С-0	ГОСТ 2246-70	φ12	16,07 кг			
04														
05								ISO 14175-M21-Arc-20	ГОСТ Р ИСО 14175-2000		53,894 м ³			
06														
07								Масса сб. ед. 2020 кг.						
08														
09														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
00,7 м/к	Комплектовочная карта													3

Дцбл	Взам	Подп.															
Разраб.																	
Проб.			ФЮРА.МЖ.24.118.00.000														
Нормир.																	
Нач. БТК																	
Н. контр.																	
			<i>Основание</i>														
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.	
Б					Код, наименование оборудования												
К/М					Наименование детали, сб. единицы или материала												
А01																	
А02	<i>Швы выполнять с подогревом:</i>																
Б3					<i>Длина, мм.</i>											<i>Расход, кг. Кол-во прох. Примечание</i>	
Т04					<i>№8*1 ТЗ-△10</i>	100		0,14		2							
005					<i>Исв. А 260-280</i>	<i>Исв. В 26-28</i>		<i>расход газа 15-17 л/мин.</i>								<i>T = 0,6 мин.</i>	
06	<i>5. Термообработка.</i>																
07	<i>Выполнить отпуск в зоне приварки опор поз. 62 до T=600..650°С.</i>																
08	<i>Горелка газовая ГЗУ 249П 9/9; Очки; Пирометр ДТ-8862</i>																
09	<i>6. Кантовать в удобное для сварки положение.</i>																
010	<i>7. Клеимить клеимо сварщика на дюрке с отметкой в технологическом паспорте.</i>																
011																	
012	<i>То=11,3 мин.</i>																
Т13	<i>Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.118.00.000 СБ.</i>																
Т14	<i>1. Предъявить БТК сварные швы закрываемые при дальнейшей сборке.</i>																
Т15	<i>шаблон Ушорова-Маршак; Линейка L 1000; Лупа 7*</i>																
16																	
00,7 мкТ																	

Дцбл.	Взам.	Подл.																		
Разраб.																				
Проб.																				
Нормир.																				
Нач. БТК																				
Н. контр.																				
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.				
Б					Код, наименование оборудования															
К/М					Наименование детали, сб. единицы или материала							Обозначение, код	ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Нрассх.			
A01																				
A02																				
B3																				
T04																				
005																				
06																				
07																				
08																				
09																				
010																				
011																				
012																				
T13																				
T14																				
T15																				
16																				
10,7 КТП																				

Дцбл.		Взам.		Подл.											
Разрбд.		Проб.		Нормир.		Нач. БТК		Н. конпр.		ФОРМА № 24.118.00.000					
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тшт.
Б	Код, наименование оборудования					Обозначение документа									
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала					Обозначение, код									
Основание															
A01															
A02 Тип соединения Длина, мм Расход, кг Кол-во проходов Примечание															
B3	№6*1		T1-△ 15		6250									8,79 4	
T04	№1*1		Y4-△ 15		730									1,03 4	
005	№14*1		T1		5400									23,44 12	
06	№15*1		T3		4300									13,27 9	
07	№11*1		T6		3750									10,6 9	
08	№12*1		Y1		240									0,33 5	
09	№13*1		Y4		600									0,81 5	
010	№28*1		HECT. (20±2; 2-2*)		80									0,16 7	
011	№29*1		HECT. (10±15; 2-2*)		440									0,16 2	
012	№34*1		HECT. (10±1; 2-2*)		20									0,014 3	
T13	№31		HECT. (28±2;)		800									1,62 7	
T14															
T15															
16															
10,7	Карта технологического процесса														
															19

Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.	
Взам.				Код, наименование оборудования												
Подп.				Наименование детали, сб. единицы или материала												
Разраб.																
Проб.																
Нормир.																
Нач. БТК																
Н. контр.																
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.
Б					Код, наименование оборудования											
К/М					Наименование детали, сб. единицы или материала											
А01																
А02																
Б3																
Т04																
005																
06																
07																
08																
09																
010																
011																
012																
Т13																
Т14																
Т15																
16																
10.7 КТП																

ФУРА М1024 118.00.000

Основание

090 Контроль

T₀=23,5 мин.

1. Проверить размеры: 519 max; 560±1,5; ± T10 Б; □ 7 10; | 10; 196±1,5; 80±1,5; 300-2¹;

Т04 □ T20; ⊙ φ10 (M); 188±1,5; 52²; ⊕ φ10 (M); ± T10; □ 7 10; 155±1,5; 15±1; 315±1,5;

005 15±1,5 60±1; 16±1; 52±1. T=12,1 мин.

06 2. Проверить качество сборки и геометрию сварных швов. T=2,9 мин.

07 3. Оформить технологический паспорт №3378-12. T=6,7 мин.

08 4. Kleймить клеем БТК за окончательную приемку. T=1,8 мин.

09 Вал цеховой контрольный φ25 (l=100) ЦП-2086. Вал цеховой контрольный φ19 (l=100) ЦП-1919. Шаблон

010 контрольный 136-3708.

011 шаблон Ушерова-Маршака; Линейка L 1000; Лула 7^x

