

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

Институт Юргинский технологический институт

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

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОСНАСТКИ И УЧАСТКА СБОРКИ – СВАРКИ ОСНОВАНИЯ ДРОБИЛКИ ДР-1000Ю.64
УДК <u>621.757:621.791:621.926-2</u>

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А60	Бидзинова А.С.		

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

Бидзинова А.С.

Ильященко Д.П

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

Институт Юргинский технологический институт

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

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

**ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-10А60	Бидзиновой Анастасии Сергеевне

Тема работы:

Разработка технологии и проектирование оснастки и участка сборки – сварки основания дробилки ДР-1000Ю.64	
Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	25.05.2021 г. №145-28/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Материалы преддипломной практики
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	<ol style="list-style-type: none">1. Обзор и анализ литературы.2. Объект и методы исследования.3. Разработка технологического процесса.4. Конструкторский раздел.5. Проектирование участка сборки-сварки.6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение7. Социальная ответственность.

<p>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<p>1. ФЮРА.ДР-1000.115.00.000 СБ Основание дробилки (2-А2х3, А1). 2. ФЮРА.000001.115.00.000 СБ Приспособление сборочное (А2х3, А1). 3. ФЮРА.000002.115 ЛП .ФЮРА.000007.115 ЛП Технологическая схема сборки и сварки изделия 4. ФЮРА.000003.115 ЛП План участка 1 лист (А1). 5. ФЮРА.000004.115 ЛП Карта организации труда 1 лист (А1). 6. ФЮРА.000005.115 ЛП Вентиляция общеобменная 1 лист (А1). 7. ФЮРА.000006.115 ЛП Экономическая часть 1 лист (А1).</p>
--	---

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

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

Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:

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

Задание выдал руководитель:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
310А60	Бидзинова А.С.		

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 и анализ литературы	15
17.02.2021	Объекты и методы исследования	15
17.03.2021	Разработка технологического процесса	20
10.04.2021	Конструкторский раздел	15
10.05.2021	Проектирование участка сборки-сварки	15
21.05.2021	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
25.05.2021	Социальная ответственность	10

Составил преподаватель:

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

СОГЛАСОВАНО:

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

Юрга – 2021 г.

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-10А60	Бидзиновой Анастасии Сергеевне

Институт	ЮТИ ТПУ	Отделение	
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 «Машиностроение», профиль «Технология и оборудование сварочного производства»

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

1. Стоимость ресурсов инженерного решения (ИР): материально-технических энергетических человеческих	10572125 руб 3069,97 руб 24726,75 руб
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов: Металл Проволока Электроды газ	4186 кг 201,35 кг 8,6 52216 л
3. Используемая система налогообложения ставка налогов ставка отчислений	общая 13% 30%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Краткое описание исходных технико-экономических характеристик объекта ИР
2. Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР; расчет вложений в основные и оборотные фонды
3. Определение капитальных вложений

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

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

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	3.02.2021 г.
--	--------------

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А60	Бидзинова А.С.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
З-10А60	Бидзиновой Анастасии Сергеевне

Институт	Юргинский технологический институт	Отделение	
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 ДР-1000.64 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) чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера) 	<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 производственной 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	
---	--

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	Бидзинова А.С.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 123 с., 4 рисунка, 18 таблиц, 53 источника, 3 приложения, 10 л. графического материала.

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

Объектом разработки является изготовления основание дробилки ДР-1000Ю.64.

Целью работы является разработка технологии изготовления основания дробилки ДР-1000Ю.64. и проектирование участка сборки-сварки изделия.

В процессе выполнения работ проводились изучение составных деталей изделия, определение марки стали, выбор метода сварки, определение режимов сварки и сварочных материалов, нормирование операций, составление технологического процесса, расчет необходимого количество оборудования и численности рабочих.

В результате выполнения работ рассчитаны режимы сварки, подобрано сварочное оборудование, пронормированы сборочно-сварочные операции. Посчитан коэффициент приеденных затрат.

Экономические показатели:

- капитальные вложения 10572125,14 руб;
- себестоимость продукции 193782582,52 руб;
- количество приведенных затрат 195368401,29 руб/изд. год.

Abstract

Final qualifying work 123 p., 4 drawings, 18 tables, 53 sources, 2 applications, 10 p. graphic material.

Key words: FUSION WELDING, TECHNOLOGY, WELDING MODES, WELDING CURRENT STRENGTH, WELDING EQUIPMENT, PRODUCTIVITY, SITE PLAN, FIXTURE, INDUSTRIAL SAFETY, COST.

The object of development is the manufacture of the base of the DR-1000Yu.64 crusher.

Purpose of work. The aim of the work is to develop a crusher base manufacturing technology and design a product assembly-welding area.

In the process of performing the work, the study of the component parts of the product, determination of the steel grade, selection of the welding method, determination of welding modes and welding materials, standardization of operations, preparation of the technological process, calculation of the required number of equipment and the number of workers were carried out.

As a result of the work, the welding modes were calculated, the welding equipment was selected, the assembly and welding operations were normalized. The coefficient of the received costs has been calculated.

Economic indicators:

- capital investments 10,572,125.14 rubles;*
- cost of production 194,806,341.26 rubles;*
- the number of reduced costs 196 392 160.03 rubles / ed. year.*

Содержание

Введение	17
1 Обзор и анализ литературы	19
1.1 Применение импульсных воздействий при дуговой сварке плавающимся электродом в среде защитных газов	19
1.2 Сварка <i>CMT</i>	21
1.2.1 <i>CMT</i> наплавка	22
1.2.2 Процесс <i>CMT PULSE-MIX</i>	23
1.2.3 Процесс <i>CMT HYBRID SHEET</i>	23
1.3 Заключение	24
2 Объект и методы исследования	25
2.1 Описание сварной конструкции	25
2.2 Требования НД предъявляемые к конструкции	26
2.2.1 Требования к подготовке кромок	26
2.2.2 Требования к сварке и прихватке	26
2.2.3 Требования к сборке сварного изделия	28
2.2.4 Требования к сварке корневого валика. Требования к сварке последующих слоев. Требования к клеймению шва	28
2.2.5 Требования к оформлению документации	29
2.2.6 Требования к контролю	30
2.3 Методы проектирования	31
2.4 Постановка задачи	32
3 Разработка технологического процесса	33
3.1 Анализ исходных данных	33
3.1.1 Основные материалы	33
3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки	39
3.1.3 Выбор сварочных материалов	40
3.2 Расчет технологических режимов	41

3.3	Выбор основного оборудования	42
3.4	Выбор оснастки	44
3.5	Составление схемы общей сборки. Определение рациональной схемы разделения конструкции на сборочные единицы	44
3.6	Выбор методов контроля, регламент, оборудование	46
3.7	Разработка технической документации	49
3.8	Техническое нормирование операций	51
3.9	Материальное нормирование	55
3.9.1	Расход сварочной проволоки и электродов	55
3.9.2	Расход защитного газа	56
3.9.3	Расход электроэнергии	56
4	Конструкторский раздел	57
4.1	Проектирование сборочно-сварочных приспособлений	57
4.2	Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений	57
4.3	Порядок работы приспособлений	58
5	Проектирование участка сборки-сварки	59
5.1	Состав сборочно-сварочного цеха	59
5.2	Расчет основных элементов производства	60
5.2.1	Определение количества необходимого числа оборудования	60
5.2.2	Определение состава и численности рабочих	61
5.3	Пространственное расположение производственного процесса	62
5.3.1	Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха	62
6.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	64
6.1	Финансирование проекта и маркетинг	64
6.2	Экономический анализ техпроцесса	64
6.2.1	Расчет капитальных вложений в производственные фонды	65
6.2.1.1	Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления	66
6.2.1.2	Капитальные вложения в подъемно-транспортное оборудование	67
6.2.1.3	Определение капитальных вложений в здание, занимаемое	

оборудованием и приспособлениями	67
6.2.2 Расчет себестоимости единицы продукции	68
6.2.2.1 Определение затрат на основные материалы	69
6.2.2.2 Определение затрат на сварочные материалы	70
6.2.2.3 Определение затрат на заработную плату	71
6.2.2.4 Определение затрат на заработную плату вспомогательных рабочих	71
6.2.2.5 Заработная плата административно-управленческого персонала	72
6.2.2.6 Определение затрат на силовую электроэнергию	73
6.2.2.7 Определение затрат на сжатый воздух	73
6.2.2.8 Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования	74
6.2.2.9 Определение затрат на содержание помещения	75
6.3 Расчет технико-экономической эффективности	77
6.4 Основные технико-экономические показатели участка	77
7 Социальная ответственность	79
7.1 Описание рабочего места	79
7.2. Законодательные и нормативные документы	80
7.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	82
7.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке	88
7.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды	88
7.4.1 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов	91
7.5 Охрана окружающей среды	91
7.6 Защита в чрезвычайных ситуациях	93
7.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	94
Заключение	95
Библиография	96
Приложение А. (Спецификация Основание)	102
Приложение Б (Спецификация Приспособление сборочно-сварочное)	104

Приложение В (Технологический процесс)	105
Диск CD-R	В конверте на обложке
Графический раздел	На отдельных листах
ФЮРА.ДР-1000.115.00.000 СБ Основание. Сборочный чертеж	Формат 2-А2х3, А1
ФЮРА.000001.115.00.000 СБ Приспособление сборочное	Формат А2х3, А1
Технологическая схема сборки. ФЮРА.000002.115 ЛП	Формат А1
ФЮРА.000003.115 ЛП План участка	Формат А1
ФЮРА.000004.115 ЛП Карта организации труда на производственном участке. Лист плакат	Формат А1
ФЮРА.000005.115 ЛП Система вентиляции участка	Формат А1
ФЮРА.000006.115 ЛП Экономическая часть	Формат А1

Обозначения и сокращения

Сб. ед. – сборочная единица.

Поз. – позиция.

СМТ – (*Cold Metal Transfer* – холодный перенос металла),

КЗ – короткое замыкание.

Введение

Сварка широко используется практически во всех отраслях народного хозяйства. С применением сварки создаются серийные и уникальные машины. Сварка внесла коренные изменения в конструкцию и технологию производства многих изделий. При изготовлении металлоконструкций, прокладке трубопроводов, установке технологического оборудования, на сварку приходится четвертая часть всех строительно-монтажных работ. Основным видом сварки является электродуговая сварка [1].

Довольно широкое распространение получили способы механизированной и автоматической электродуговой сварки в углекислом газе плавящимся электродом диаметром 0.4 мм углеродистых и низколегированных сталей толщиной более 3 мм [2]. Механизированная дуговая сварка плавящимся электродом в среде защитного газа – это разновидность электрической электродуговой сварки, при которой электродная проволока подается автоматически с постоянной скоростью, а сварочная горелка перемещается вдоль шва вручную. Специальные газы, поступающие в область сваривания, предотвращают поступление воздуха, который оказывает негативное влияние на свойства неразъемного соединения. Главными компонентами этого процесса сварки являются [3]:

- источник питания, который обеспечивает дугу электрической энергией;
- подающий механизм, который подает в дугу с постоянной скоростью электродную проволоку, которая плавится теплом дуги;
- защитный газ.

Сварные швы получаются чистыми (без шлака), герметичными (без пор) и соответствуют заданным характеристикам.

Основные преимущества сварки в защитном газе – его экономичность, недефицитность и достаточно высокое качество металла сварочного шва [4].

Механизированная сварка в защитном газе как более производительный способ успешно конкурирует с ручной дуговой сваркой покрытыми сварочными электродами.

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

1 Обзор и анализ литературы

1.1 Применение импульсных воздействий при дуговой сварке плавящимся электродом в среде защитных газов

Сварной шов или наплавленный слой являются результатом, достигаемым посредством механизированного или автоматического оборудования для дуговой сварки и наплавки. От структуры наплавленного металла и зоны термического влияния, формы поверхности шва, геометрических параметров зоны проплавления зависят эксплуатационные (служебные) свойства сварных, восстановленных или упрочненных изделий (конструкций) [5].

Существует достаточно много способов и методов влияния на свойства сварного соединения или наплавленного слоя, среди которых технологические, которые связаны с электродными материалами и защитными средами. При этом следует учитывать также влияние свариваемого материала, условий и среды, в которой осуществляется дуговой процесс.

Широкое распространение для сварки и наплавки плавящимся электродом получили импульсные источники сварочного тока инверторного типа. Форма импульсов выходного напряжения, их частота зависят от решаемых задач. В основном это задачи по управлению переносом электродного металла, в том числе и создание условий для наилучшего перехода капель расплавленного металла в жидкую ванну.

Широко распространены процессы с алгоритмами управления, где используются в разных вариантах обратные связи [6]. В качестве примера отметим процесс переноса капель электродного металла при непрерывной подаче электродной проволоки, в котором на стадии формирования капли стабилизируется напряжение источника, а на стадии разрыва шейки капли между электродом и ванной подается импульс тока (рисунок 1.2) [7].

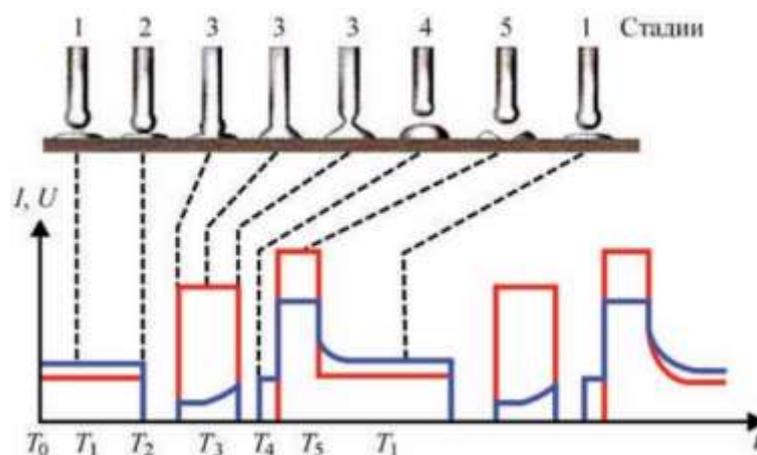


Рисунок 1.2 – Алгоритм работы системы управления импульсного источника сварочного тока

Импульсное воздействие источника сварочного тока позволяет [8]:

- управлять переносом электродного металла путем отрыва капли и ее транспортирования в сварочную ванну как основное воздействие импульса тока дугового процесса;
- создавать вибрационные колебания ванны расплавленного металла как сопутствующее воздействие электродинамических сил.

Управляемый перенос электродного металла можно также получить, используя импульсную подачу электродной проволоки. Это направление получает все большее распространение, что во многом определяется возможностями совершенствования технических средств и технологическими разработками в этом направлении. Можно отметить различные конструкции механических безредукторных преобразователей вращательного движения вала приводного электродвигателя в импульсы перемещения движителей проволоки [9]. Такие технические решения позволяют задавать заранее выбранный режим подачи электродной проволоки по шагу перемещения и скважности импульсов. Однако такие конструкции ограничены в применении. Исключение составляют устройства импульсной подачи с квазиволновым преобразователем [10]. Как правило, в качестве приводных электродвигателей в таких устройствах применяются достаточно дешевые коллекторные электродвигатели постоянного тока.

В настоящее время разработаны и продолжают развиваться системы импульсной подачи с применением бесколлекторных электродвигателей – шаговых и вентильных, параметры работы которых обуславливаются программно на основе цифровых систем управления. Использование таких электродвигателей предполагает безредукторную конструкцию механизма подачи проволоки, что повышает быстродействие системы. В качестве электроприводов с шаговыми электродвигателями, в основном, используются серийно выпускаемые комплекты. Такие комплекты с успехом использованы в автомате для подводной сварки мокрым способом [11] в других типах оборудования [12].

1.2 Сварка *CMT*

CMT (*Cold Metal Transfer* – холодный перенос металла), революционность этого процесса состоит в том, что в нем впервые в ходе сварки (пайки) напрямую используется процесс движения проволоки, а цифровое управление позволяет оперативно обнаруживать момент короткого замыкания и отделять металл в сварочную ванну буквально по капле [13].

Первые сообщения о «холодном переносе металла» (*Cold Metal Transfer* – *CMT*) появились в 2005 г. Они стали одним из результатов многолетних интенсивных исследований фирмы *Fronius*. С точки зрения физики процесса происходит следующее: когда горит дуга, проволока движется вперед и назад (после возникновения короткого замыкания) автоматически, до 70 раз в секунду под управлением цифровой автоматики [13]. Система немедленно реагирует на КЗ, вызывая быстрое отведение проволоки и сокращая время подвода тепла в сварной шов. Получается, что сама дуга потребляет тепло в течение короткого времени, а при размыкании это потребление сразу же снижается снова. В результате средняя температура процесса значительно ниже, чем при обычной сварке. Резюмируя, можно сказать, что при *CMT* имеют

место контролируемые процессы КЗ, отделения металла от электрода и его передачи в ванну сварного шва (напаиваемого валика) буквально по капле. В итоге получается процесс переноса металла, отличающийся абсолютным отсутствием брызг, а также чрезвычайно стабильным горением дуги даже для трудносвариваемых материалов.

Сварка тонкой и ультратонкой стали, листов из алюминиевых и хромово-никелевых сплавов.

MIG (дуговая сварка металлически плавящимся электродом в среде инертного газа) и пайка твердым припоем оцинкованных листов и листов с покрытием.

Соединение материалов большой и малой толщины.

Все области применения, предъявляющие высокие требования к внешнему виду сварочного шва.

Процесс *SMT* оказался особенно эффективен при соединении материалов при пониженном тепловложении, например, при ручной сварке стали с алюминием. Он быстро завоевал признание и доказал свою применимость во многих технологических процессах. Рассмотрим три из них.

1.2.1 *SMT* наплавка

Наплавка с использованием процесса *SMT* чрезвычайно эффективна, так как необходимое качество слоя металла обеспечивается всего за один-два прохода вместо двух-трех при традиционных методах. При наплавке происходит перемешивание наплавленного и основного металлов, поэтому существует требование, чтобы содержание феррита удерживалось на минимальном уровне [13]. Как известно, чем меньше тепловложение в основной металл и его проплавление, тем меньше его степень разбавления или перемешивания, а следовательно, тем ниже содержание феррита в верхнем слое наплавки. При этом экономится целый слой наплавленного материала, а это

дает не только сокращение времени, но и снижение расхода присадки, с учетом стоимости получаемая экономия довольно внушительна – около 50%.

1.2.2 Процесс *CMT PULSE-MIX*

Этот процесс представляет собой сочетание *CMT* и сварки импульсной дугой с объединением преимуществ обоих. Оператор получает возможность пользоваться высокопроизводительной импульсно-дуговой сваркой на токе до 350 А со стабильностью горения, характерной для *CMT* [13]. Это достигается благодаря оптимизации чередования двух типов переноса металла, например, одного цикла – с переносом короткими замыканиями в сочетании с *CMT*, с последующими двумя циклами бесконтактных переносов с использованием импульсной дуги. Вариант в зависимости от применения: один цикл переноса *CMT* с тремя – импульсной дугой. Регулировка всегда выполняется через *CMT*. Отличительная черта процесса *Pulse-Mix* заключается в оптимизированных характеристиках проплавления, чрезвычайно высокой стабильности процесса в сочетании с оптимальным тепловложением [13]. Основные области применения – соединение нержавеющей стали и алюминия как в автоматическом, так и в ручном режиме.

1.2.3 Процесс *CMT HYBRID SHEET*

Данный процесс, находящийся на стадии заключительной разработки, является совместным проектом фирм *Voestalpine* и *Fronius* и предназначен для сварки тонких стальных и алюминиевых листов до их формовки в полуфабрикаты, например, детали автомобилей. Автомобилестроение нуждается в легких конструкциях, обладающих высокой прочностью, и, как показали испытания на склонность к трещинообразованию и на деформацию,

такой сформованный гибридный сталь-алюминиевый лист имеет все необходимые в данном случае свойства [13].

1.3 Заключение

Для импульсного воздействия при дуговой сварке в настоящее время разработано несколько видов технологий, технология *СМТ* одна из них. У этой технологии много преимуществ, к ним относится и снижение разбрызгивания наплавляемого металла. На основе приведенных выше статей выбирается автоматическая сварка в защитном газе (CO_2) с применением технологии *СМТ*.

2 Объект и методы исследования

2.1 Описание сварной конструкции

Основание дробилки – это металлическая конструкция являющаяся частью дробилки ДР-1000Ю.64. Дробилка кускового угля предназначена для дробления негабаритных кусков и породных включений, транспортируемых из лавы, устанавливается в разрыве перегружателей различных типов.

Конструкция дробилки обеспечивает низкий уровень шума при работе дробилки как на холостом ходу, так и при дроблении за счёт применения:

- трехступенчатой системы гашения ударов, передаваемых на редуктор и корпус дробилки (сайлентблоки, стяжки – компенсаторы из пружинной стали, резиновые демпферы);
- одноступенчатых редукторов с круговым зубом.

Конструкция ротора дробилок блочная, устанавливается в разъёмный корпус в сборе с подшипниками радиальной сборкой. Применена конструкция камеры дробления, исключающая заклинивание дробилок при попадании в зону дробления недробимого материала. Конструкция изделия представлена на чертеже ФЮРА.ДР-1000.120.00.000 СБ. Спецификация основания дробилки приведена в приложении А. Габаритные размеры изделия: 3147 мм×1560 мм×839 мм.

Масса, кг: 3220 кг.

Основание дробилки 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

Изготовление основания ведется согласно ОСТ 12.44.107-79 «Изделия угольного машиностроения. Общие технические требования к изготовлению».

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 [14], ГОСТ 23518-79[14].

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 [14].

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 [14].

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

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

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

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

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

Сварочные работы должны производиться, как правило, в закрытых помещениях при положительной температуре окружающего воздуха [14].

2.2.3 Требования к сборке сварного изделия

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

Простейшие неответственные конструкции допускается собирать без приспособлений.

Собранная конструкция подлежит приемке техническим контролем [14].

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

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

- сварку производить на пониженном режиме (в соответствии с данными табл. 13 и 16 рекомендуемого приложения 5) [15];
- при сварке проволокой диаметрами 1,2 мм высота валика не должна быть менее 5 мм;

Сварку корневых проходов стыковых тавровых и угловых соединений с разделкой кромок высокопрочных сталей класса прочности С70/60 следует выполнять с предварительным подогревом при температуре от 100 до 150 °С при толщине свариваемых элементов 16 мм и более [15].

В многослойных швах перед наложением каждого последующего шва предыдущий должен быть очищен от шлака [14].

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 течении 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 [16].

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 сборки». 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 в объеме 100 %;
- неразрушающими методами (радиографированием или ультразвуковой дефектоскопией) в объеме не менее 0,5 % длины швов. Увеличение объема контроля неразрушающими методами или контроль другими методами проводится в случае, если это предусмотрено чертежами КМ или НТД (ПТД).

Результаты контроля качества сварных соединений стальных конструкций должны отвечать требованиям СНиП 3.03.01-87 (пп. 8.56-8.76), которые приведены в приложении 14 [17].

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 измерительную с 5-10-кратным увеличением.

При внешнем осмотре качество сварных соединений конструкций должно удовлетворять требованиям таблицы П14.1 [17].

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 [17], а по результатам ультразвукового контроля - требованиям таблица П14.4 [17].

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 [17]). 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 дробилки, сборочно-сварочное приспособление.

2.4 Постановка задачи

Целью работы является разработка технологии изготовления основания дробилки ДР-1000Ю.64 и проектирование сварочного участка.

При выполнении выпускной квалификационной работы надо обеспечить качество, технологичность и экономичность процесса изготовления изделия при оптимальном уровне механизации и автоматизации производства.

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

Изготавливаемое изделие – основание дробилки. В качестве материала деталей основания дробилки используют стали марки: 09Г2С, Ст3пс5, *HARDOX HiTuf*, 35Л.

Ст3пс5 – сталь конструкционная углеродистая обыкновенного качества. Применяется для изготовления: Несущие элементы сварных и несварных конструкций и деталей, работающих при положительных температурах.

Химический состав и механические свойства стали Ст3пс5 приведены в таблицах 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1 – Химический состав стали Ст3пс5, % (ГОСТ 380-2005) [18]

в процентах

<i>C</i>	<i>Mn</i>	<i>Si</i>	<i>N</i>	<i>As</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Cu</i>	<i>P</i>	<i>S</i>
			Не более						
0,14-0,22	0,40-0,65	0,05-0,15	0,008	0,08	0,03	0,03	0,03	0,040	0,050

Таблица 3.2 – Механические свойства стали ст3пс5 [18]

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %
205-245	370-480	23-260

09Г2С – низколегированная сталь хорошо сваривается всеми способами сварки не имеющая склонности к отпускной хрупкости. Сталь предназначена для изготовления различных деталей и элементов сварочных

металлоконструкций, работающих при температуре окружающей среды от минус 70 °С до плюс 425 °С под давлением.

Химический состав и механические свойства стали 09Г2С приведен в таблицах 3.3 и 3.4.

Таблица 3.3 – Химический состав стали 09Г2С, % (ГОСТ 19281-2014) [18]

в процентах										
<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>C</i>	<i>V</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Cu</i>	<i>P</i>	<i>S</i>	<i>As</i>	<i>N</i>
Не более										
0,5-0,8	1,3-1,7	0,12	0,008	0,3	0,3	0,3	0,03 5	0,03	0,08	0,008

Таблица 3.4 – Механические свойства стали 09Г2С [18]

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_6 , %	KCU_{40} МДж/м ²
265-345	430-490	21	0,59-0,64

HARDOX HiTuf сверхпрочная сталь для изготовления износостойких конструктивных элементов. Сталь является стойкой к абразивному истиранию с гарантированными показателями ударной вязкости и номинальной твердостью 350 единиц по Бринелю хорошо подходит для изготовления таких износостойких конструктивных элементов, как, например, толстые режущие кромки или детали инструмента для демонтажа зданий, а так же рыхлителей [8].

Химический состав и механические свойства стали *HARDOX HiTuf* приведен в таблицах 3.5 и 3.6.

Таблица 3.5 – Химический состав в % стали *HARDOX HiTuf* [19]

в процентах

<i>C</i>	<i>Cr</i>	<i>Mn</i>	<i>Si</i>	<i>B</i>	<i>Ni</i>	<i>Mo</i>	<i>P</i>	<i>S</i>
0,2	0,7	1,6	0,6	0,005	2	0,7	0,05	0,02

Таблица 3.6 – Механические свойства стали *HARDOX HiTuf* [19]

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	KCU_{40} МДж/м ²
850	900	16	-

Химический состав и механические свойства стали 35Л приведены в таблицах 3.7 и 3.8.

Таблица 3.7 – Химический состав стали 35Л (ГОСТ 977-88) [19]

в процентах

<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 3.8 – Механические свойства стали 35Л [19]

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

Основным критерием при выборе материала является свариваемость. При определении понятия свариваемости металлов необходимо исходить из их 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 [20].

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 неразъёмное 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 [21]:

- 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 определение технологической свариваемости должно входить [21]:

- 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 [21]: 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 [21]:

- 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 [21]:

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

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 09Г2С:

$$C_{\text{экв}} = 0,09 + (1,3/6) + (0,12/24) = 0,31 \%$$

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для Ст3пс5:

$$C_{\text{экв}} = 0,15 + (0,4/6) + (0,15/24) + (0,3/10) + (0,3/5) = 0,31\%$$

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 35Л:

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

Для стали *HARDOX NiTuf* эквивалентное содержание углерода рассчитывается по формуле [22]:

$$CET = C + (Mn + Mo)/10 + (Cr + Cu)/20 + Ni/40, \quad (3.2)$$

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для *HARDOX NiTuf*:

$$CET = 0,2 + (1,6 + 0,7)/10 + (0,7 + 0)/20 + 2/40 = 0,36 \%$$

Сталь Ст3пс5 – углеродистая ГОСТ 380-2005 [23]. Сталь 09Г2С – углеродистая ГОСТ 1050-74 [23]. Эти стали относятся к первой группе свариваемости и обладают хорошей свариваемостью [23]. Ограничения по свариваемости могут быть лишь по минимальной температуре окружающей

среды (не ниже минус 10 градусов по Цельсию). Этому способствует ускоренное охлаждение шва. Кроме того, наплавленный металл иногда легируют небольшим количеством марганца и кремния через сварочную проволоку. Сталь 35 является углеродистой ГОСТ 1050-74 [18]. Эта сталь относится ко второй группе свариваемости и обладает удовлетворительной свариваемостью. Ограничения по свариваемости могут быть лишь по минимальной температуре окружающей среды (не ниже минус 10 градусов по Цельсию). При сварке низкоуглеродистых сталей легко обеспечить равнопрочность сварного шва основному металлу. Этому способствует ускоренное охлаждение шва. Кроме того, наплавленный металл иногда легируют небольшим количеством марганца и кремния через сварочную проволоку.

Сталь *HARDOX HiTuf* – износостойкая листовая сталь по ТУ 14-1-4632-93. Согласно источнику эта сталь обладает хорошей свариваемостью [22].

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 09Г2С, Ст3пс5, 35Л и *HARDOX HiTuf* рекомендуются следующие способы сварки: механизированная и автоматическая сварка в среде защитных газов электродной проволокой диаметром 1,2 мм; автоматическая дуговая сварка под флюсом электродной проволокой диаметром 1,2 мм;

электрошлаковая сварка проволочными, пластинчатыми и комбинированными электродами [24]. Выбираем сварку плавящимся электродом в среде защитных газов CO_2 с использованием импульсной технологии *СМТ*, так как данный вид сварки снижает разбрызгивание, гораздо экономичней и технологичней ручной дуговой 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 диаметром 1,2 миллиметра. Химический состав проволоки Св-08Г2С-О представлен в таблице 3.9.

Таблица 3.9 – Химический состав проволоки Св-08Г2С-О [24]

в процентах

<i>C</i>	<i>Mn</i>	<i>Si</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni, не></i>	<i>S, не></i>	<i>P, не></i>
0,05-0,11	1,8-2,1	0,70-0,95	0,2	0,25	0,025	0,03

Свойства металла шва $\sigma_B = 510$ МПа; $\delta = 22$ % [25].

Твердость наплавленного металла электродами Т590 представлена в таблице 3.10 [26].

Таблица 3.10 – Твердость наплавленного металла электродами Т590 [26]

Вид термообработки после наплавки	Твердость <i>HRCэ</i>
Без термообработки (исходное состояние)	61

Химический состав наплавленного металла для электродов Т590 представлен в таблице 3.11 [26].

Таблица 3.11 – Типичный химический состав наплавленного металла, %[26]

в процентах

С	Mn	Si	Cr	В
3,2	1,2	2,2	25,0	1,0

Для защиты сварочной дуги и сварочной ванны принимаем защитный газ CO_2 .

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

Двуокись углерода поставляется по ГОСТ 8050-85 трёх сортов. Состав приведён в таблице 3.12.

Таблица 3.12 – Состав CO_2 , в % [23]

в процентах

Содержание	Сорт		
	Высший сорт	1 сорт	2 сорт
CO_2 (не менее)	99,8	99,5	98,8
CO (не более)	0	0	0,05
Водяных паров при 760мм.рт.ст. и 20 ⁰ С (не более), г/см ³ .	0,178	0,515	Не проверяют

3.2 Расчет технологических режимов

Сварка по технологии *CMT* выполняется оборудованием компании *Fronius*, аппараты компании *Fronius* могут автоматически подбирать режимы

сварки, для этого необходимо ввести: толщину детали, марку металла, диаметр сварочной проволоки и вид защитного газа.

3.3 Выбор основного оборудования

На основании проведенного литературного обзора выбираем источник питания обеспечивающий технологию *CMT*. На основе анализа интернет магазинов выбираем источник питания полуавтомат сварочный инверторного типа *Fronius TPS 400i/PULSE/LSC Advanced* [27]. Технические характеристики инверторного сварочного полуавтомата типа *Fronius TPS 400i/PULSE/LSC Advanced* показаны в таблице 3.13. [27]

Таблица 3.13 – Технические характеристики инверторного сварочного полуавтомата типа *Fronius TPS 400i/PULSE/LSC Advanced* [27]

Наименование	Значение
1	2
Напряжение сети при 50/60 Гц	400 В +/-15%
Макс. эффективный первичный ток	15,9 А
Макс. первичный ток	25,1 А
Сетевой предохранитель	35 А
cos φ	0,99
Макс. допустимое полное сопротивление сети	92 мОм
Рекомендуемый автоматический выключатель	Класс В
Диапазон сварочного тока <i>MIG/MAG</i>	3-400 А
Диапазон сварочного тока <i>MMA</i>	10-400 А
Тип источника	инверторный
Сварочный ток при	
10 мин/40 °С100% ПВ	320 А

10 мин/40 °С 60% ПВ	360 А
10 мин/40 °С 40% ПВ	400 А
Напряжение холостого хода	73 В
Рабочее напряжение <i>MIG/MAG</i>	14,2-34,0 В
Рабочее напряжение <i>MMA</i>	20,4-36,0 В
Основная программ	<i>WP Standart</i>
Габариты (Д/Ш/В)	706 x 300 x 510 мм
Масса источника (со встроенным механизмом подачи проволоки)	36,5 кг
Класс защиты	<i>IP 23</i>
Система управления	Цифровая, микропроцессорная
Тип охлаждения	<i>AF</i>
Категория повышенного напряжения	III
Уровень загрязнения в соответствии с <i>IEC60664</i>	3
Класс ЭМС	A
Безопасность	<i>S, CE, EAC</i>
Макс. давление защитного газа	7 бар

Инверторные источники серии *TPS/i* предназначены для полуавтоматической сварки плавящимся электродом в среде защитных газов (*MIG/MAG*). Это единственное в мире оборудование со скоростью обмена данными между компонентами системы 100 Mb/s. Управление сварочными параметрами осуществляется посредством сенсорного экрана, который реагирует на нажатие даже в сварочных перчатках (крагах) [27].

Полуавтомат сварочный инверторного типа *Fronius TPS 400i* может быть оснащен для работы со сварочными процессами: *Standart, Pulse, LSC, PMC, CMT*.

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 используются приспособление сборочное ФЮРА.000001.115.00.000 СБ, на котором используются винтовые прижимы, штыри, установочная рама и основание.

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 [23].

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.

Важное место в процессе производства изделия занимает операция контроля качества. Управление качеством сварки должно предусматривать контроль всех факторов, от которых зависит качество продукции. Основные из них можно условно сгруппировать как технологические и конструктивные. Служба и система контроля в сварочном производстве должна предусматривать проверку основных технологических факторов, исходных материалов, оборудования, квалификации рабочих, технологического процесса и т.п. [22].

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

На листе плакате ФЮРА.000003.115 ЛП представлена технологическая схема сборки основания. На рисунке 3.1 показана технологическая схема сборки основания

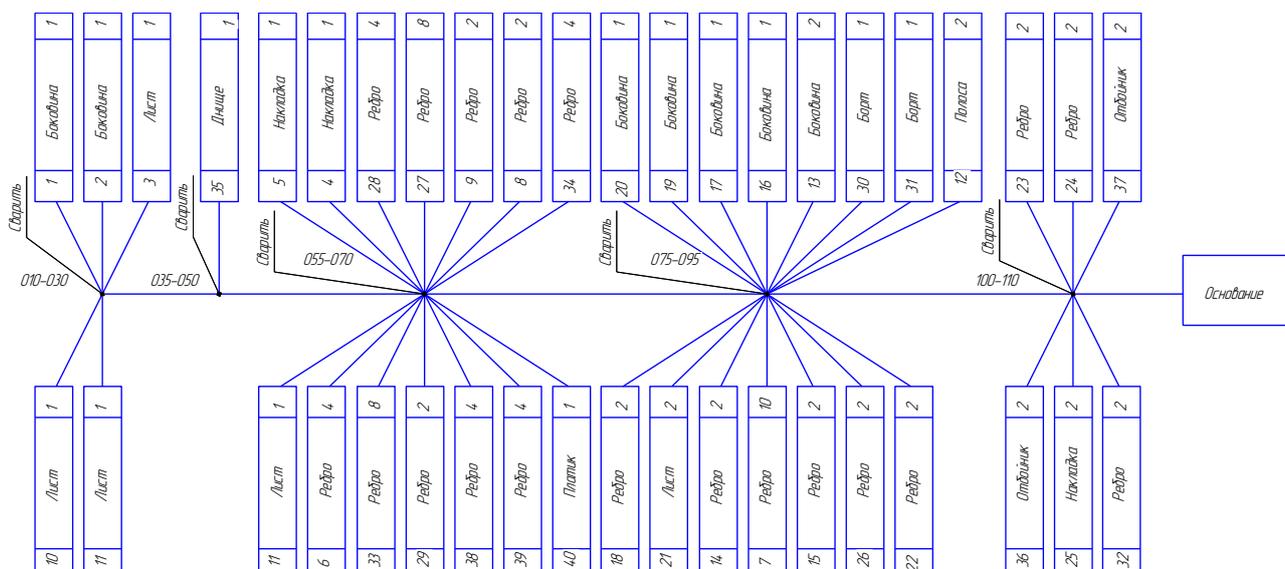


Рисунок 3.1 – Технологическая схема сборки основания

3.6 Выбор методов контроля, регламент, оборудование

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

Качество сварных соединений в значительной мере определяет эксплуатационную надёжность и экономичность конструкции [28].

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

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

При изготовлении основания применяется визуальный измерительный контроль сварных швов. Внешним осмотром выявляют несоответствие шва геометрическим размерам, наплывы, подрезы, глубокие кратеры, прожоги, трещины, непровары, свищи и поры и т.д. [28].

Сварные соединения рассматриваются невооружённым глазом или с помощью лупы при хорошем освещении; обмер швов производят с помощью инструментов и шаблонов-катетометров.

Операционный контроль сварочных работ.

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

Перед началом сварки проверяется:

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

В процессе сварки проверяется:

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

Контроль сварных соединений стальных конструкций.

Контроль качества сварных соединений стальных конструкций производится:

- ВИК 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°C включительно допускаются внутренние дефекты [28].

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

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

Преимущества ВИК:

- простота контроля;
- несложное оборудование;
- малая трудоемкость.

Для ВИК применяются, штангенциркуль ШЦ-2-1600, лупа измерительная, линейка и Шаблон Ушерова-Маршака.

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 [29].

Разработка технологических процессов включает [29]:

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

В результате должны быть достигнуты:

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

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

ведомостями технологического процесса, технологическими и инструкционными картами.

Эти бланки после их заполнения составляют документацию разработки технологического процесса, которые должны содержать [29]:

- 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.

Изготовление основания начинается с установки на приспособлении сборочно-сварочное боковин поз. 1 и 2, листов поз. 3, поз. 11 и поз. 10. Затем устанавливаются 4 технологические жесткости для удержания р-ра 800 ± 2 . Далее выполняется прихватка, предварительный подогрев и сварка (операции 010-020). После этого выполняется зачистка сварных швов, срезание технологических жесткостей, контроль (операции 025-030). После этого устанавливаются днище поз. 35. Далее выполняется прихватка, предварительный подогрев и сварка (операции 035-045). Сб. ед. зачищается от брызг сварки и кантуется на 180^0 (операция 050). Устанавливаются накладки поз. 4 и поз. 5, ребра поз. 28 (4 шт.), поз. 27 (8 шт.), поз. 9 (2 шт.), поз. 8 (2 шт.), поз. 34 (4 шт.), поз. 6 (4 шт.), поз. 33 (8 шт.), поз. 29 (2 шт.), поз. 38 (4 шт.), поз. 39 (4 шт.), пластики поз. 41 и поз. 42. Далее выполняется прихватка,

предварительный подогрев и сварка (операции 055-065). Сб. ед. зачищается от брызг сварки (операция 070). Устанавливаются боковины поз. 19 и поз. 20, боковины поз. 17 и поз.16, боковины поз. 13 (2 шт.), борта поз. 30 и поз. 31, полосы поз. 12 (2 шт.), ребра поз. 18 (2 шт.), листы поз. 21 (2 шт.), ребра поз. 14 (2 шт.), поз. 7 (10 шт.), поз. 15 (2 шт.), поз. 26 (2 шт.) и поз. 22 (2 шт.), устанавливаются 6 технологические жесткости. Далее выполняется прихватка, предварительный подогрев и сварка (операции 080-090). Сб. ед. зачищается от брызг сварки и срезаются технологические жесткости (операция 095). Устанавливаются отбойники поз. 36 (2 шт.) и поз. 37 (2 шт.), ребра поз. 23 (2 шт.) и поз.24 (2 шт.), накладки поз. 25 (2 шт.), ребра поз. 32 (2 шт.). Далее выполняется прихватка, предварительный подогрев и сварка (операции 100-110). Далее выполняется слесарная обработка и контроль (операции 115-120).

Технологический процесс производства основания приведен в приложении В.

3.8 Техническое нормирование операций

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

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

Норма штучного времени для всех видов дуговой сварки [30]:

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

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

L – длина сварного шва по чертежу;

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

Неполное штучно-калькуляционное время на 1 метр шва:

$$T_{H.Ш-К} = (T_O + t_{B.Ш}) \times \left(1 + \frac{a_{обс.} + a_{отл.} + a_{п-з}}{100}\right), \quad (3.4)$$

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 времен.

Для механизированной сварки в смеси газов плавящимся электродом сумма коэффициентов составляет 27% [30].

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

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

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 норму времени сборки в операции 035, прихватки в операции 040 и механизированной сварки в CO₂ на выполнение шва № 1 Т1- 16 (рисунок  3.2) и № 15 в операции 045 приварки днища поз. 35 к сб. ед.

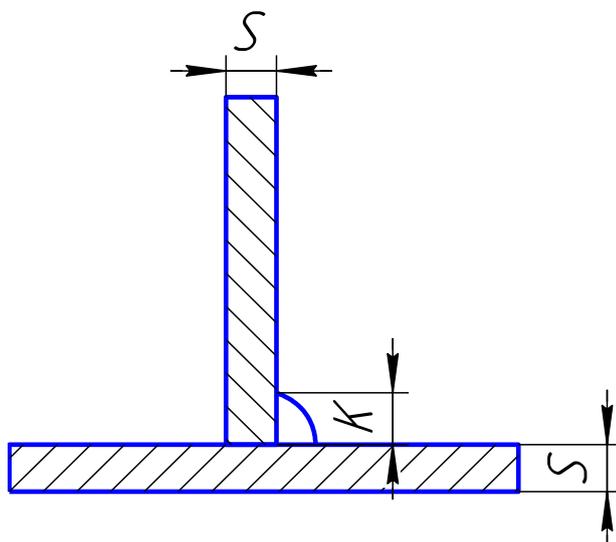


Рисунок 3.2 – Соединение Т1- \triangle 16 по ГОСТ 14771 – 76:

S – толщина листа, K –катет

Исходные данные:

- марки стали 09Г2С;
- марка электродной проволоки Св-08Г2С-О ГОСТ 2246 – 70;
- сварной шов тавровый без разделки кромок;
- швы по ГОСТ 14771-76 – Т1- \triangle 16 и № 15 нестандартный;
- длины швов: 3000 и 6240 мм;
- положение шва нижнее;
- площадь поперечного сечения наплавленного металла шва

$$F_1 = 172,5 \text{ мм}^2; F_2 = 639,2 \text{ мм}^2;$$

- коэффициент наплавки для сварочной проволоки Св-08Г2С-О при механизированной сварке составляет $\alpha_n=15 \text{ г}/(\text{А}\cdot\text{ч})$.

Определим время на операцию 035

Масса детали поз. 35 $m_1=410,34 \text{ кг}$; установка изделия кран-балкой на приспособление $t_1= 2,2 \text{ мин}$.

Найдем время на вспомогательное время:

$$t_{\text{в.и}} = 2,2 \text{ мин.}$$

Определим время на операцию 040

Найдем время на прихватку:

$$0,15 \cdot 12 = 1,8 \text{ мин.},$$

$$t_{\text{в.и}} = 1,8 \text{ мин.}$$

Определим время на операцию 045

Предварительный подогрев $t_1= 73,8 \text{ мин}$.

$$t_{\text{в.и}} = 73,8 \text{ мин.},$$

Найдем время на основное время сварки для шва №1, количество проходов $n=5$ шт:

$$T_o = \frac{20 \times 7,85 \times 60}{280 \times 15} \times \frac{38,5 \times 7,85 \times 60}{300 \times 15} \times 4 = 18,36 \text{ мин.}$$

Неполное штучно-калькуляционное время находим по формуле:

$$T_{н.ш-к} = (18,36 + 0,75) \times \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 24,27 \text{ мин.}$$

Найдем время на основное время сварки для шва №15, количество проходов $n=18$ шт:

$$T_o = \frac{20 \times 7,85 \times 60}{280 \times 15} \times \frac{39,6 \times 7,85 \times 60}{300 \times 15} \times 17 = 72,7 \text{ мин.}$$

Неполное штучно-калькуляционное время находим по формуле:

$$T_{н.ш-к} = (72,7 + 0,75) \times \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 93,29 \text{ мин.}$$

Определим норму штучного времени:

$$T_{шт} = 24,27 \times 3 + 93,29 \times 6,24 + 73,8 = 728,73 \text{ мин.}$$

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

Таблица 3.13 – Нормы штучного времени предлагаемого технологического процесса изготовления основание дробилки

№ опер.	Наименование операции	T _{шт} , мин.
005	Комплектовочная	-
010	Сборочная	15,3
015	Прихватка	2,7
020	Сварка	790,41
025	Слесарная	42,6
030	Контроль	8,3
035	Сборочная	2,2
040	Прихватка	1,8
045	Сварка	728,73
050	Слесарная	37
055	Сборочная	24,26
060	Прихватка	14,7
065	Сварка	1030,08
070	Слесарная	126,4
075	Мех-обработка	-

080	Сборочная	39,24
085	Прихватка	11,4
090	Сварка	585,28
095	Слесарная	107,2
100	Сборочная	10,88
105	Прихватка	5,4
110	Сварка	218,42
115	Слесарная	87
120	Контроль	33
Итого:		3922,3

3.9 Материальное нормирование

3.9.1 Расход сварочной проволоки и электродов

Расчет расхода сварочной проволоки [20]:

$$M_{ЭП} = K_{р. п.} \times (1 + \psi_p) \times M_{НО}, \quad (3.7)$$

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

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

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

Для проволоки Св-08Г2С-О:

$$M_{ЭП} = 1,03 \times (1 + 0,1) \times 177,72 = 201,35 \text{ кг.}$$

Для электродов Т590:

$$M_{ЭП} = 1,6 \times 5,375 = 8,6 \text{ кг.}$$

3.9.3 Расход защитного газа

Расчет защитного газа произведем по формуле [45]:

$$Qr = qr * to \quad (3.8)$$

где qr – оптимальный расход защитного газа по ротаметру, л/мин

to – основное (машинное) время сварки 1 м шва, мин.

$$Qr = 17 \times 3071,52 = 52216 \text{ л.}$$

3.9.4 Расход электроэнергии

Расход технологической электроэнергии производим по формуле [20]:

$$W_{TЭ} = \sum \left(\frac{U_c \times I_c \times t_c}{\eta_u} \right) + P_x \times \left(\frac{t_c}{K_u} - t_c \right), \quad (3.9)$$

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 [20]).

Затраты на технологическую электроэнергию определим по формуле:

$$З_{мэ} = W_{мэ} \times Ц_{э.э.}, \quad (3.10)$$

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

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

$$W_{TЭ} = \frac{28 \times 280 \times 5,119}{0,82} + \frac{29 \times 300 \times 46,073}{0,82} + \frac{22 \times 160 \times 1,75}{0,82} + 0,4 \times \left(\frac{52,942}{0,7} - 52,942 \right) =$$
$$= 545287 \text{ Вт} \cdot \text{ч},$$

$$З_{TЭ} = 545,287 \times 5,63 = 3069,97 \text{ руб.}$$

4 Конструкторский раздел

4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений

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

Специфическая особенность этого производства – резкая диспропорция между объемами основных и вспомогательных операций. Собственно, сварочные операции по своей трудоемкости составляют всего 25-30% общего объема сборочно-сварочных работ, остальные 70-75% приходятся на сборочных, транспортных и различных вспомогательных работ, механизация и автоматизация которых осуществляется с помощью так называемого механического сварочного оборудования. Следовательно, если оценивать роль механического оборудования в общем комплексе механизации или автоматизации сварочного производства, то их можно охарактеризовать цифрой 70-75% всего комплекса цехового оборудования [32].

Приспособление сборочно-сварочное.

При изготовлении основания используются приспособление сборочное ФЮРА.000001.115.00.000 СБ, на котором используются винтовые прижимы, штыри, установочная рама и основание.

4.2 Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений

В приспособлении сборочном ФЮРА.000001.115.00.000 СБ используются винтовые прижимы для фиксации свариваемых деталей сборочной единицы.

Диаметры резьбы прижимов определим по формуле [33]:

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{1.3 * P * z}{[q]_{\text{доп}}}} \quad (4.1)$$

где P – необходимое усилие прижатия заготовки или детали, действующий по оси винта, Н;

z - Поправочный коэффициент, принимаемый для винта;

$[q]_{\text{доп}}$ – допускаемое напряжение на сжатие для винта, Н/мм²

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{1.3 * 2800}{950}} = 2,23 \text{ см}$$

Согласно ГОСТ 7798-70, принимаем $d_{\text{вн}} = 24 \text{ мм}$

4.3 Порядок работы приспособлений

Приспособление служит для фиксации боковин поз. 13 (2 шт.), поз. 16, поз. 17, поз. 19 и поз. 20. Сб. ед. находится на основании приспособления, установленная по штырям поз. 3. На сб. ед. устанавливается рама приспособления поз. 1 по штырям приспособления поз. 2. Затем устанавливаются перечисленные выше боковины по месту и фиксируются прижимами приспособления поз. 6 (16 шт.).

5 Проектирование участка сборки-сварки

5.1 Состав сборочно-сварочного цеха

Рациональное размещение в пространстве запроектированного производственного процесса и всех основных элементов производства, необходимых для осуществления этого процесса, требует разработки чертежей плана и разрезов проектируемого цеха [34].

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

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

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

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

- административно-конторские и бытовые помещения: контора цеха, гардероб, уборные, умывальные, душевые, буфет, комната для отдыха и приема пищи, медпункт [32].

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

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

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

5.2 Расчет основных элементов производства

К основным элементам производства относятся рабочие, ИТР, контролеры, оборудование, материалы и энергетические затраты [30].

5.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования

Количество необходимого оборудования найдем по формуле [30]:

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

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

Φ_D – действительный фонд рабочего времени, ч.;

$$T_r = N_G \times T, \quad (5.2)$$

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

T – длительность одной операции, мин.

Так как операции 010-120 выполняются на одном рабочем месте, их расчет произведем одновременно.

$$T_r = 500 \times \frac{3922,3}{60} = 32686 \text{ ч.},$$

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

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

$$n_p = \frac{32686}{3762} = 8,71,$$

округляем n_p в большую сторону и принимаем $n_p = 9$.

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_z = \frac{n_p}{n_p} = \frac{8,71}{9} = 0,967.$$

5.2.2 Определение состава и численности рабочих

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

$$\Sigma T_r = 32686 \text{ ч.}$$

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

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

Определим количество рабочих явочных:

$$P_{СП} = \frac{T_R}{\Phi_D} = \frac{32686}{1776} = 16,54. \quad (5.3)$$

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

Определим количество рабочих списочных:

$$P_{СП} = \frac{T_R}{\Phi_D} = \frac{32686}{1734} = 18,85. \quad (5.4)$$

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

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

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

5.3 Пространственное расположение производственного процесса

5.3.1 Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха

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

Эти требования обуславливаются главным образом индивидуальными особенностями заданных сварных конструкций и соответствующих рационально выбранных способов их изготовления; характерными особенностями типа производства и организационных форм его существования;

степенью производственной связи основных отделений и участков с другими производственными и вспомогательными отделениями цеха [34].

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

6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

6.1 Финансирование проекта и маркетинг

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

6.2 Экономический анализ техпроцесса

Будет проведена экономическая оценка стоимости технологического процесса изготовления основания дробилки ДР-1000Ю.64.

Дробилка кускового угля предназначена для дробления негабаритных кусков и породных включений, транспортируемых из лавы, устанавливается в разрыве перегружателей различных типов.

Конструкция дробилки обеспечивает низкий уровень шума при работе дробилки как на холостом ходу, так и при дроблении за счёт применения:

- трехступенчатой системы гашения ударов, передаваемых на редуктор и корпус дробилки (сайлентблоки, стяжки – компенсаторы из пружинной стали, резиновые демпферы);
- одноступенчатых редукторов с круговым зубом.

Конструкция ротора дробилок блочная, устанавливается в разъёмный корпус в сборе с подшипниками радиальной сборкой. Применена конструкция камеры дробления, исключая заклинивание дробилок при попадании в зону дробления недробимого материала.

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

Показатель приведенных затрат является обобщающим показателем.

В разработанном технологическом процессе применим приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.115.00.000 СБ, на котором используются винтовые прижимы, штыри, установочная рама и основание.

Применим современное сварочное оборудование: полуавтомат сварочный инверторного типа *Fronius TPS 400i/PULSE/LSC Advanced* [27].

Проведем технико-экономический анализ разработанного технологического процесса. Нормы штучного времени разработанного технологического процесса изготовления основания приведены в таблице 3.11.

Определение приведенных затрат производят по формуле [35]:

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

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/изд.год.

6.2.1 Расчет капитальных вложений в производственные фонды

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

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

где K_o – стоимость сварочного оборудования;

K_n – стоимость приспособлений;

$K_{n.o.}$ – 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 [29]:

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

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

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

μ_{O_i} – 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 [36]

Наименование оборудования	Ц _о , руб
<i>Fronius TPS 400i/PULSE/LSC Advanced</i> 9 шт.	870511

$$K_{CO} = 870511 \times 9 \times 0,967 = 7578678 \text{ руб.} \cdot \text{год.}$$

Капитальные вложения в сварочное оборудование приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Капитальные вложения в сварочное оборудование

Наименование оборудования	К _{со} , руб. · год
<i>Fronius TPS 400i/PULSE/LSC Advanced</i> 9 шт.	7578678
Итого	7578678

Капитальные вложения в приспособления найдем по формуле [29]:

$$K_{PP} = \sum_{j=1}^m K_{PP_j} \times P_j \times \mu_{P_j}, \quad (6.4)$$

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

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

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

$$K_{пп} = 295000 \times 9 \times 0,967 = 2568273 \text{ руб.} \cdot \text{год.}$$

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 сборочно-сварочное ФЮРА.000001.115.00.000 СБ	295000	9	2568273
ИТОГО			2568273

6.2.1.2 Капитальные вложения в подъемно-транспортное оборудование

Капитальные вложения в кран-балку грузоподъемностью $Q = 2$ т. [37] определяется по формуле:

$$K_{н.о.} = Ц_{н.о.} \times \mu_{н.о.}, \quad (6.5)$$

где $Ц_{н.о.}$ – оптовая цена единицы подъемно-транспортного оборудования, руб.;

$\mu_{н.о.}$ – количество подъемно-транспортного оборудования, ед.

$$K_{н.о.} = 185000 \times 1 = 185000 \text{ руб.}$$

6.2.1.3 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями

Капитальные вложения в здание определяется по формуле [35]:

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

где S_{oi} – площадь, занимаемая единицей оборудования, м²/ед.

Для предлагаемого технологического процесса: $S = 212,92$ м²,

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, $h = 12$ м;

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

$$K_{здн}=212,92 \times 1 \times 12 \times 94=240174 \text{ руб.}$$

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:

$$C=N_2 \times (C_m + C_{с.м.} + C_{зн.сд.} + C_{эс} + C_{возд} + C_{об} + C_n) + C_{зн.вс.р} \cdot 12 + C_{зн.АУП} \quad (6.7)$$

где C_m – затраты на основной материал, руб;

$C_{с.м.}$ – затраты на сварочные материалы, руб;

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

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

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

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

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

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

C_{Π} – затраты на содержание помещения, руб.

6.2.2.1 Определение затрат на основные материалы

Затраты на металл, идущий на изготовление изделия определяем по формуле [29]:

$$C_{\text{м}} = m_{\text{м}} \cdot k_{\text{т.з.}} \cdot \sum C_{\text{м}} - H_0 \times C_0 \text{ руб./изд.}, \quad (6.8)$$

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

$C_{\text{м}}$ – средняя оптовая цена стали 09Г2С, Ст3пс5, 18ХГНМФР, на 01.01.2021, руб./кг:

- для стали 09Г2С; $C_{\text{м}}=28,13$ руб./кг [38], при $m_{\text{м}}=1253,8 \times 1,3=1629,94$ кг;

- для стали ст3пс5; $C_{\text{м}}=30$ руб./кг [39], при $m_{\text{м}}=577 \times 1,3=750,1$ кг;

- для стали *HARDOX HiTuf*; $C_{\text{м}}=190$ руб./кг [40], при $m_{\text{м}}=972 \times 1,3=1263,6$ кг;

- для стали 35Л $C_{\text{м}}=24,5$ руб./кг [41], при $m_{\text{м}}=417,2 \times 1,3=542,36$ кг;

$k_{\text{т.з.}}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении материалов $k_{\text{т.з.}}=1,04$ [29].

H_0 – норма возвратных отходов, $H_0=m_{\text{м}} \times 0,3=(1253,8+577+972+417,2) \times 0,3=966$ кг/шт;

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

Коэффициент потерь материала на отходы составляет 1,3 [31].

$$C_{\text{м}}=1,04 \times (1629,94 \times 28,13 + 750,1 \times 30 + 1263,6 \times 190 + 532,36 \times 24,5) - 966 \times 20 = 315274,03 \text{ руб./изд.}$$

6.2.2.2 Определение затрат на сварочные материалы

Затраты на электродную проволоку и электроды определяем по формуле [35]:

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

где G_d – масса наплавленного металла электродной проволоки и электродов, кг:
 $G_d = 177,717$ кг – для проволоки Св-08Г2С-О для разработанного технологического процесса, $G_d = 5,375$ кг – для электродов Т590 для разработанного технологического процесса;

k_{nd} – коэффициент, учитывающий расход сварочной проволоки (электрода) [22], $k_{п.с.} = 1,03$;

ψ_p – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки [22], $\psi_p = 1,01...1,15$, принимаем для проволоки $\psi_p = 1,1$, для электродов $\psi_p = 1,6$;

$C_{п.с.} = 169$ – стоимость сварочной проволоки Св-08Г2С-О, руб/кг на 01.01.2021 [42].

$C_{п.с.} = 264$ – стоимость электродов Т590, руб/кг на 01.01.2021 [43].

$$C_{н.с.предл.} = (177,717 \times 169) \times 1,03 \times 1,1 + 5,375 \times 1,6 \times 264 = 36367,2 \text{ руб.}$$

Затраты на защитный газ определяем по формуле [35]:

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

где $g_{з.г.}$ – расход CO_2 , $g_{з.г.} = 1,02$ м³/ч.

$C_{г.з.}$ – стоимость CO_2 , м³, $C_{г.з.} = 6,25$ руб./ м³;

T_o – основное время сварки в смеси газов, ч., $T_o = 51,19$ ч.

$$C_{з.г.} = 1,02 \times 6,25 \times 51,19 = 3264,54 \text{ руб/изд.}$$

6.2.2.3 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле [35]:

$$C_3 = t_k \times ЧТС \times K_{доп} \times K_{д.з.} \times K_c \quad (6.11)$$

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

ЧТС – часовая тарифная ставка на 01.01.2021, руб/ч., ЧТС – 74,85 руб. [35];

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

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

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

$$C_3 = 65,37 \times 74,85 \times 1,4 \times 1,2 \times 1,3 = 13892,41 \text{ руб/изд.}$$

6.2.2.4 Определение затрат на заработную плату вспомогательных рабочих

Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле:

$$C_{з.п.всп} = \sum_{j=1}^k TC_j \times ЧТС_{ВРj} \times \frac{F_D}{12} \times K_D \times K_{ПР} \times K_{РАЙ} \times K_c, \quad (6.12)$$

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

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

k – количество профессий вспомогательных рабочих;

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

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

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

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

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

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

Затраты на заработную плату слесарей:

$$C_{з.п.слесарей} = 63,62 \times 5 \times \frac{1769}{12} \times 1,20 \times 1,4 \times 1,3 \times 1,3 = 133139,29 \frac{\text{руб}}{\text{изд}},$$

Затраты на заработную плату контролеров ОТК:

$$C_{з.п.отк} = 156 \times 2 \times \frac{1769}{12} \times 1,2 \times 1,4 \times 1,3 \times 1,3 = 130586,16 \frac{\text{руб}}{\text{изд}},$$

Затраты на заработную плату МОП:

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

$$C_{зн.вс.р} = C_{зн.слесарей} + C_{зн.отк} + C_{зн.моп} = 133139,29 + 130586,16 + 23786,64 = \quad (6.13) \\ = 287482,09 \text{ руб.}$$

6.2.2.5 Заработная плата административно-управленческого персонала

Затраты на заработную плату административно-управленческого рассчитываем по формуле:

$$C_{з.п.авп} = C_{зуп} \times Ч_{авп} \times 12 \times K_d \times K_{пр} \times K_{рай} \times K_c, \quad (6.14)$$

где $C_{зуп}$ – месячный оклад работника административно-управленческого

персонала, $C_{зуп} = 28865$ руб.;

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

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

6.2.2.6 Определение затрат на силовую электроэнергию

Затраты на технологическую электроэнергию найдем по формуле [20]:

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

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

Расход технологической электроэнергии найдем по формуле [20]:

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

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 [20]).

Расход технологической электроэнергии (расчитано в подзаголовке 3.9.4) $W_{тэ} = 545,287$ кВт.

$$C_{э.с.} = 545,287 \times 5,63 = 3069,97 \text{ руб.}$$

6.2.2.7 Определение затрат на сжатый воздух

Затраты на сжатый воздух определяется по формуле [29]:

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

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

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

Для изготовления одного изделия расход воздуха составляет:

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

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

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

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 [35]:

$$C_{\text{об}} = \frac{K_{\text{О}} \times n_{\text{о}}}{T_{\text{О}} \times N_2} + \frac{K_{\text{П}} \times n_{\text{п}}}{T_{\text{П}} \times N_2} + \frac{K_{\text{П.О}} \times n_{\text{п.о}}}{T_{\text{П.О}} \times N_2}, \quad (6.18)$$

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

$T_{\text{О}}$ – срок службы основного сварочного оборудования, $T_{\text{О}} = 5$ лет;

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

$T_{\text{П}}$ – срок службы приспособлений, $T_{\text{П}} = 5$ лет

$K_{\text{П.О}}$ – стоимость подъемно-транспортного оборудования;

$T_{\text{П.О}}$ – срок службы подъемно-транспортного оборудования, $T_{\text{П.О}} = 20$ лет [37].

$$C_{об} = \frac{(870511) \times 9}{5 \times 500} + \frac{295000 \times 9}{5 \times 500} + \frac{185000 \times 1}{20 \times 500} = 4214,34 \text{ руб.},$$

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 [44]:

$$C_{рво} = \frac{(K_O \times n_o + K_{II} \times n_n + K_{II.O} \times n_{n.o}) \times k_{рво}}{N_2}, \quad (6.18)$$

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

$$C_{рво} = \frac{[(780511) \times 9 + 295000 \times 1 + 185000 \times 1] \times 0,03}{500} = 640,48 \text{ руб.},$$

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 [35]:

$$C_n = \frac{S \times k_{сн} \times Ц_{ср.зд}}{N_2}, \quad \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.19)$$

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

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

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

$$C_n = \frac{212,92 \times 0,08 \times 250}{500} = 8,52 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

Результаты расчетов по определению технологической себестоимости сводятся в таблицу 6.4.

Таблица 6.4 – Технологическая себестоимость

№ п/п	Затраты	Сумма, руб.
1	2	3
1	Затраты на основной металл	315274,03
2	Затраты на сварочные материалы	
2.1	Затраты на электроды	2338,51
2.2	Затраты на сварочную проволоку	34028,67

Продолжение таблицы 6.4

1	2	3
2.3	Затраты на защитный газ	3264,54
2.4	Стоимость флюса	-
3	Заработная плата	
3.1	Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих с отчислениями на социальное страхование	13892,41
3.2	Заработная плата вспомогательных рабочих	287482,09
3.3	Заработная плата административно-управленческого персонала	1966884,19
4	Затраты на электроэнергию	3069,97
5	Затраты на сжатый воздух	0,35
6	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования и помещений	
6.1	Амортизационные отчисления	4214,34
6.2	Затраты на текущий ремонт и обслуживание	640,48

6.3	Затраты на содержание помещения	8,52
ИТОГО технологическая себестоимость:		387565,16

6.3 Расчет технико-экономической эффективности

Определим себестоимость продукции:

$$C = 500 \times (315274,03 + 36367,2 + 3264,54 + 13892,41 + 3069,97 + 0,35 + 4214,34 + 640,48 + 8,52) + 287482,09 \cdot 12 + 1966884,19 = 193782582,52 \text{ руб/изд.} \times \text{год},$$

Определим капитальные вложения:

$$K = 7578678 + 2568273 + 185000 + 240174 = 10572125,14 \text{ руб/изд.} \times \text{год},$$

Определим количество приведенных затрат:

$$3_n^2 = 193782582,52 + 0,15 \times 195368401,29 = 195368401,29 \text{ руб/изд.} \times \text{год}.$$

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	65,37
3	Количество оборудования, шт.	9
4	Количество производственных рабочих, чел	19
5	Количество вспомогательных рабочих	5
6	Количество административно-управленческого	1

	персонала, чел	
7	Норма расхода материала, кг	4186
8	Количество приведенных затрат, (руб./изд.)×год	195368401,29
9	Себестоимость одного изделия, руб	387565,16

Вывод. В ходе исследования финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения были определены цены на оборудование, приспособления, основные и вспомогательные материалы; рассчитаны капитальные вложения в сварочное оборудование, приспособления и помещение, так же затраты на основной металл, сварочную проволоку, защитный газ, сжатый воздух, зарплату рабочим, расходы на электроэнергию, амортизацию и ремонт оборудования и приспособлений, затраты на содержание помещений; в ходе чего мы получили следующие цифры:

- капитальные вложения 10572125,14 руб;
- себестоимость продукции 387565,16 руб.

В результате проведенных расчетов было определено количество приведенных затрат 195368401,29 руб/изд.×год.

7 Социальная ответственность

7.1 Описание рабочего места

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

При изготовлении основания дробилки на участке используется следующее оборудование:

- *Fronius TPS 400i/PULSE/LSC Advanced* 9 шт.
- приспособление сборочно-сварочное 9 шт.

ФЮРА.000001.115.00.000 СБ

Перемещение изделия производят краном мостовым грузоподъемностью 10 т.

Изготавливаемое изделие, опора дробилки - металлическая конструкция являющееся частью дробилки ДР1000Ю.64, предназначенной для дробления негабаритных кусков и породных включений, транспортируемых из лавы, устанавливается в разрыве перегружателей различных типов. Масса основания дробилки составляет 3220 кг.

В качестве материала этих деталей используют стали следующих марок: 09Г2С, ст3пс5, 35Л и *HARDOX HiTuf*. Сварка производится в зщитном газе СО₂ сварочной проволокой Св-08Г2С-О диаметром 1,2 мм. Навлапка производится электродами Т590 диаметром 4 мм.

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

Завоз деталей в цех и вывоз готовой продукции осуществляется через ворота (2шт.) автомобильным транспортом, также через одни ворота проложено железнодорожное полотно, т.е. имеется возможность доставки и вывоза грузов железнодорожным транспортом. Вход в цех и выход из него осуществляется через две двери.

На случай пожара цех оснащен запасным выходом и системой противопожарной сигнализации. Все работы производятся на участке с площадью $S = 212,92 \text{ м}^2$.

7.2. Законодательные и нормативные документы

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

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

- положений «Стандартов безопасности труда»;
- законов о труде РФ;
- технологической документации;
- норм и правил отраслевой производственной санитарии и безопасности труда;
- типовых инструкций по ОТ;
- пунктов ЕСТД («Единая система техдокументации»);

- рекомендаций по эксплуатации и паспортов различных видов агрегатов и оборудования, используемого в организации (при этом следует принимать во внимание статистические данные по производственному травматизму и конкретные условия работы на предприятии).

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

Среди законодательных актов по охране труда основное значение имеет Конституция РФ, Трудовой Кодекс РФ, устанавливающий основные правовые гарантии в части обеспечения охраны труда, а также Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности», Федеральный закон от 24.07.1998 № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний». Из подзаконных актов отметим постановления Правительства РФ: «О государственной экспертизе условий труда» от 25.04.2003 № 244, «О государственном надзоре и контроле за соблюдением законодательства РФ о труде и охране труда» от 09.09.1999 № 1035 (ред. от 28.07.2005).

К нормативным документам относятся:

1. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. М.: Изд. стандартов, 1989.
2. ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. М.: Изд. стандартов, 1982.
3. ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. М.: Изд. стандартов, 1990.
4. ГОСТ 12.1.046-78. ССБТ. Методы и средства вибрационной

защиты. Классификация. М.: Изд. стандартов, 1990.

5. ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд. стандартов, 1984.

6. Правила устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат, 1998.

7. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. М.: Энергоатомиздат, 1994.

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

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

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

7.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

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

1. Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.

При данном процессе сварки в воздух рабочей зоны выделяется до 180 мг/м^3 пыли с содержанием в ней марганца до 13,7 процентов (ПДК 0,1-0,2 мг/м^3), а также CO_2 до 0,5÷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/м³) [44, 45].

Образующийся при сварке аэрозоль характеризуется очень мелкой дисперсностью – более 90% частиц, скорость витания частиц < 0,1 м/с.

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

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

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

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

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

Пыль, попадающая на слизистые оболочки глаз, вызывает их раздражение, конъюнктивит. Оседая на коже, пыль забивает кожные поры, препятствуя терморегуляции организма, и может привести к дерматитам, экземам. Некоторые виды токсической пыли (известки, соды, мышьяка, карбида кальция) при попадании на кожу вызывают химические раздражения и даже ожоги [46].

На участке сборки и сварки изготовления основания дробилки 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 [46].

Определим количество воздуха для организации местной вентиляции по формуле [47]:

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

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:

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

где A и B – ширина и длина зонта, расчеты этих параметров произведем согласно методичке [46];

n – количество зонтов.

Определим количество конвективного тепла, выделяемого источником [47]:

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

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

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

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

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

Найдем размеры вытяжного зонта:

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

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

$$S = 3,6 \times 3,66 \times 9 = 118,56 \text{ м}^2,$$

$$L_M = 118,16 \times 0,2 = 23,71 \text{ м}^3 \times \text{с},$$

Из расчета видно, что объём воздуха удаляемый от местных отсосов составляет $L_M = 85365 \text{ м}^3 \cdot \text{ч}$.

В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор радиальный ВЦ 9-55-12,5 с двигателем АИС315LB8-IE2 75 кВт 750 об/мин.

Кинематическая схема вентиляции представлена на рисунке 7.1.

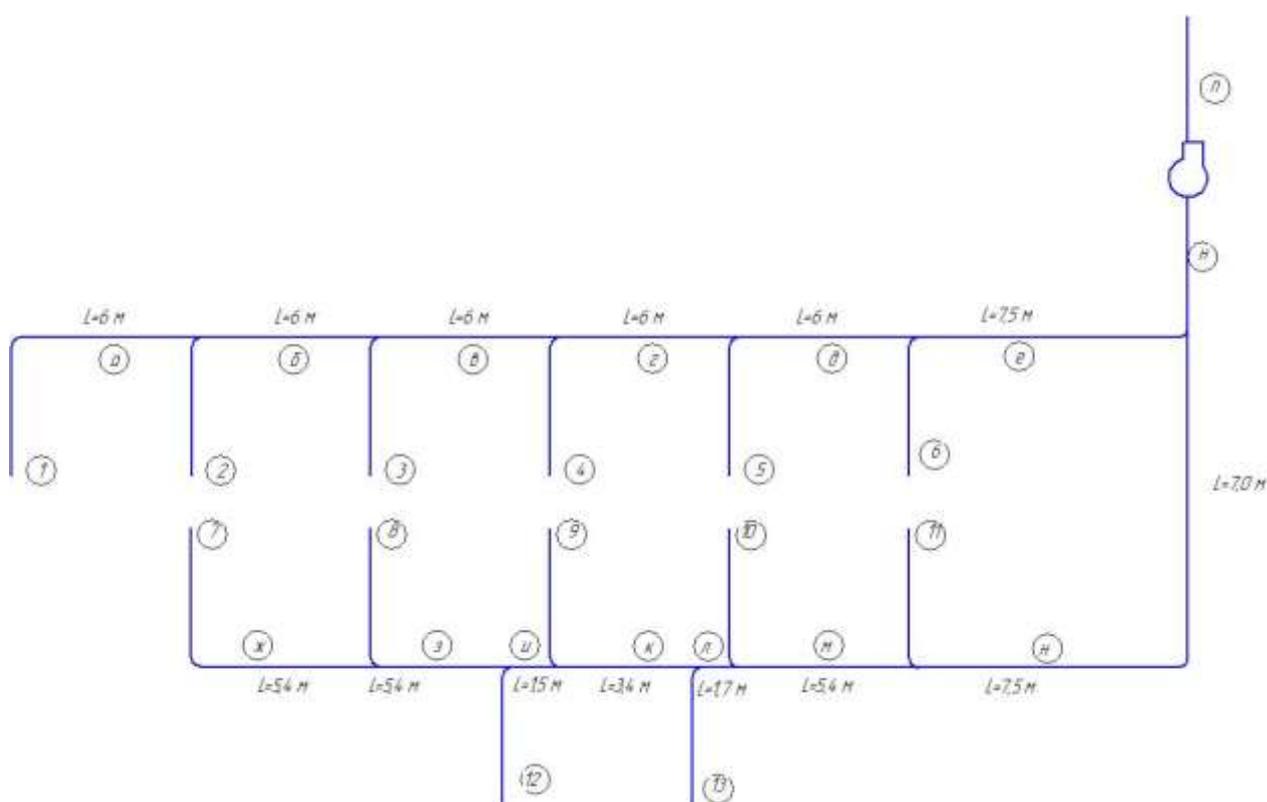


Рисунок 7.1 – Кинематическая схема вентиляции

Рассчитаем диаметр воздуховодов.

Сначала рассчитаем расход воздуха для первой ветви:

$$L_{M1} = 85365 \times 5/9 = 47425 \text{ м}^3 \times \text{ч},$$

Для второй ветви:

$$L_{M2} = 85365 \times 4/9 = 37940 \text{ м}^3 \times \text{ч},$$

Определим диаметр воздуховода по формуле для первой ветви [48]:

$$D = 1,13 \times \left(\frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \times \left(\frac{47425}{0,2} \right)^{1/2} = 550 \text{ мм}, \quad (7.6)$$

Определим диаметр воздуховода для второй ветви:

$$D = 1,13 \times \left(\frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \times \left(\frac{37940}{0,2} \right)^{1/2} = 492 \text{ мм},$$

Определим диаметр общего воздуховода для:

$$D = 1,13 \times \left(\frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \times \left(\frac{85365}{0,2} \right)^{1/2} = 738 \text{ мм},$$

2. Производственный шум.

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

- *Fronius TPS 400i/PULSE/LSC Advanced*;
- 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 [49].

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 [49].

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

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

Мероприятия по борьбе с шумом.

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

Для защиты органов слуха от шума рекомендуется использовать противозумовые 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÷293 Дж/с (150÷250ккал/ч) [50].

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 [51].

7.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке

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

Система общего освещения сборочно-сварочного участка должна состоять из 16 светильников типа С 3-4 с ртутными лампами ДРЛ мощностью 250 Вт, построенных в 4 ряда по 6 светильников.

7.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производённой среды

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

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

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

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

Тепловая радиация на рабочем месте может в целом составлять 0,5-6 кал/см²·мин [52].

2. Защита от сварочных излучений.

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

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

Спецодежда по ГОСТ 12.4.250-2013 – костюм и брюки, а также рукавицы, изготавливаются из брезента и служат для защиты тела и рук от брызг сварки, и теплового излучения.

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

Таблица 7.2 – Средства индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке

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

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

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

Для защиты окружающих рабочих применяются ширмы.

3. Электрический ток.

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

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 4x12 миллиметров.

7.4.1 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов

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

Защита от движущихся механизмов.

Для защиты работающих от движущихся механизмов предусмотрено следующее:

- проходы: между оборудованием, движущимися механизмами и перемещаемыми деталями, а также между постами – не менее 1 м; между автоматическими сварочными постами – не менее 2 м.;
- свободная площадь на один сварочный пост – не менее 3 м.;
- при эксплуатации подъемно-транспортных устройств ограждение всех движущихся и вращающихся частей механизмов;
- правильная фиксация основания дробилки 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 [53].

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 дробилки ФЮРА.ДР-1000.115.00.000 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 [53].

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 дробилки 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 [43].

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 0,3 м/с. В тёплый период года: температура 20÷22° С; относительная влажность 60÷40 %; скорость движения воздуха 0,4 м/с.

Для поддержания необходимой температуры применяется центральное отопление.

Заключение

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

Для сборки-сварки основания дробилки применено стационарное сборочно – сварочное приспособление с винтовыми фиксаторами, 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 – 212,92 м²;

Средний коэффициент загрузки оборудования – 96,73 %;

Количество приведенных затрат – 195368401,29 руб./изд.·год.

Библиография

1. Глава I. Сварка, понятие, виды и классы [Глава I. Сварка, понятие, виды и классы \(lektsia.com\)](#)
2. Сварочная проволока для полуавтоматов: виды необходимая информация [6 типов сварочной проволоки для полуавтоматов: нержавеющая, порошковая, омедненная, особенности \(voltobzor.ru\)](#)
- 3 Сварка плавящимся металлическим электродом в защитных газах (MIG/MAG) и сварка порошковой проволокой [Сварка плавящимся металлическим электродом в защитных газах \(MIG/MAG\) и сварка порошковой проволокой | Сварка и сварщик \(weldering.com\)](#)
4. Сварка в среде защитных газов [Сварка в среде защитных газов - Материаловедение \(studref.com\)](#)
5. Маковецкая О.К. / Основные тенденции на рынке сварочной техники в 2008-2011 гг. и прогноз его развития (Обзор) // Автоматическая сварка. 2012 – №6 – С 44-50.
6. Миронов С. / Инверторные источники питания для дуговой сварки // Сварочное производство. 2003 – №4 – С 41-43.
7. Сараев Ю.Н., Безбородов В.П., Григорьева А.А. и др. / Управление структурой и свойствами сварных соединений технических систем ответственного назначения методами адаптивной импульсно-дуговой сварки // Вопросы материаловедения. 2015 – №1 – С 127-131.
8. Лебедев В.А., Драган С.В., Жук Г.В., Новиков С.В., Симутенков П.В. / Применение импульсных воздействий при дуговой сварке плавящимся электродом в среде защитных газов // Автоматическая сварка. 2019 – № 8 – с. 30-39.
9. Патон Б.Е., Лебедев В.А., Полосков С.И., Лендел И.В. / Использование механических импульсов для управления процессами

автоматической и механизированной сварки плавящимся электродом // Сварка и диагностика. 2013 – №6 – С 16-20.

10. Патон Б.Е., Лебедев В.А., Пичак В.Г., Полосков С.И. / Эволюция систем импульсной подачи проволоки для сварки и наплавки // Сварка и диагностика. 2009 – №3 – С 46-51.

11. Максимов С.К., Лебедев В.А., Лендел И.В. / Герметизация труб теплообменников «мокрой» сваркой на глубине 200 м // Вопросы материаловедения. 2015 – №1 – С 199-204.

12. Лебедев В.А., Драган С В., Трутш К.К. / Автоматическая сварка под флюсом с импульсной подачей шаговым двигателем электродной проволоки // Сварочное производство. 2016 – №2 – С 27-34.

13. Сварка СМТ делает невозможное возможным // Оборудование и инструмент для профессионалов – 2009 – №3 – с. 42-43.

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

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

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

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

18. Марочник сталей и сплавов / Ю.Г. Драгунов, Ю.В. Каширский и др.; под общей ред. Зубченко А.С. – М.: Машиностроение, 2014. 1216 с.: ИЛЛ.

19. HARDOX Спецификация [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [HARDOX_UK_HiTuf_ru.indd\(umc.su\)](http://HARDOX_UK_HiTuf_ru.indd(umc.su))

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

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

22. Сарка стали HARDOX [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <https://www.ssab.ru/-/media/files/ru/hardox/103-ru-welding-of-hardox-2014.pdf?m=20160531195156>
23. Кисаримов Р.А. Справочник сварщика. – М.: ИП РадиоСофт, 2007 – 288 с.
24. ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. технические условия.
25. СВ-08Г2С [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [СВ-08Г2С \(esab.ru\)](http://esab.ru)
26. Электроды Т590 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://weldzone.info/materials/electrodes/9-deposition/64-eleetrodes-t-590>
27. Полуавтомат сварочный инверторного типа Fronius TPS 400i / PULSE / LSC Advanced [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [Полуавтомат сварочный инверторного типа Fronius TPS 400i / PULSE / LSC Advanced: продажа, цена в Минске. инверторы сварочные от "ЗАО "Объединенная сварочная компания"" - 77697876 \(deal.by\)](http://www.deal.by/offer/77697876/)
28. Маслов Б.Г. Неразрушающий контроль сварных соединений и изделий в машиностроении: Учеб. пос. для вузов. – М.: Академия, 2008. – 272 с.
29. 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.
30. Ахумов В.А. Справочник нормировщика. М.: Машиностроение, 1986 – 240 с.
31. Решетов Д.Н. Детали машин: Учебник для студентов машиностроительных и механических специальностей вузов. – 4-ое издание, переработанное и дополненное. Москва, "Машиностроение", 1989 – 496 с.
32. Крампит Н.Ю. Сварочные приспособления. Учебное пособие для ст. спец. 120500, ИПЛ ЮТИ ТПУ-2004
33. Сборочно-сварочные приспособления. Этапы конструирования: Учебное пособие/ А.А. Хайдаров; Издательство ТПУ, 2013г. – 132 с..

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

35. 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

36. Fronius TPS 400i Water Cooled Separate Welding Package [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <https://www.1stopweldingshop.com/Catalogue/Welding-Cutting/Welding-equipment/Fronius-Welding-Equipment/Fronius-TPSi-Welders/Fronius-TPS-400i-Water-Cooled-Pulse-Mig-Welder>

37. Кран мостовой подвесной однопролетный г/п 2,0тн, пролет 3 м [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [Кран мостовой подвесной однопролетный г/п 2,0тн, пролет 3 м, цена 187000 руб, купить в Кемерово — Tiu.ru \(ID#70108251\)](#)

38. Лист стальной 21 мм [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [Лист стальной 21 мм купить оптом от 27 335 руб./т в Кемерово от компании "МетТрансТерминал Кемерово" \(pulscen.ru\)](#)

39. Лист стальной Ст3пс5 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [Лист стальной Ст3пс5 купить оптом от 25 017 руб./т в Кемерово от компании "МетТрансТерминал Кемерово" \(pulscen.ru\)](#)

40. Продаем Hardox 600 в Санкт-Петербурге [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [Продаем Hardox 600 по цене 191 000 руб./т. в Санкт-Петербурге \(regtorg.ru\)](#)

41. Круг - пруток 1 мм-650 мм марка 35Л [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [Круг - пруток 1 мм-650 мм марка 35Л купить за 28.48 руб. в Екатеринбурге от компании ООО "МетПромКонтинент" \(pulscen.ru\)](#)

42. Проволока сварочная Св-08Г2С-О (15 кг; 1.2 мм; D300) Fubag 38889 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [Проволока сварочная Св-08Г2С-О](#)

[\(15 кг; 1.2 мм; D300\) Fubag 38889 - цена, отзывы, характеристики, фото - купить в Москве и РФ \(vseinstrumenti.ru\)](#)

43. [Электроды сварочные 4,0 Т-590Электронный ресурс]. – Режим доступа: [Электроды сварочные 4,0 Т-590 купить от 300 руб./шт. в Кемерово от компании ООО "СтальКом" \(pulscen.ru\)](#)

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

45. Волков В.В., преподаватель. Нормирование сварочных материалов для дуговой сварки. Справочное пособие. Томск 2017.

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

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

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

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

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

51. 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.

52. 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.

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

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

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)
Спецификация основания

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание		
Перв. примен.				<u>Документация</u>				
			ФЮРА.ДР-1000.115.00.000 СБ	Сборочный чертеж				
	Сред. №				<u>Сборочные единицы</u>			
			1	ФЮРА.ДР-1000.115.01.000	Баковина	1		
			2	ФЮРА.ДР-1000.115.01.000-01	Баковина	1		
					<u>Детали</u>			
		Подп. и дата		3	ФЮРА.ДР-1000.115.00.001	Лист	1	
				4	ФЮРА.ДР-1000.115.00.002	Накладка	1	
				5	ФЮРА.ДР-1000.115.00.002-01	Накладка	1	
				6	ФЮРА.ДР-1000.115.00.003	Ребра	4	
Инв. № д/ч				7	ФЮРА.ДР-1000.115.00.004	Ребра	10	
				8	ФЮРА.ДР-1000.115.00.005	Ребра	2	
			9	ФЮРА.ДР-1000.115.00.006	Ребра	2		
	Взам. инв. №			10	ФЮРА.ДР-1000.115.00.007	Лист	1	
				11	ФЮРА.ДР-1000.115.00.008	Лист	1	
				12	ФЮРА.ДР-1000.115.00.009	Полоса	2	1,1 кг.
		Подп. и дата				Лист		рез. Ra50
						Б-ПН-10 ГОСТ19903-74 Ст.3 п.5 ГОСТ11637-89 (440±2)х(30±2) мм.		
						ФЮРА.ДР-1000.115.00.000		
			Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.				Будзинава				
Проб.				Ильященко				
Н.контр.				Ильященко				
Утв.								
				Основание			Лит. Лист Листов ч 1 2	
							ЮТИ ТПУ гр. 3-10А60	
			Копировал			Формат А4		

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(обязательное)
Спецификация приспособление сборочно-сварочное

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
A1				<u>Документация</u>				
			ФЮРА.000001.115.00.000 СБ	Сборочный чертеж		A1, A2		
Склад №				<u>Сборочные единицы</u>				
			1 ФЮРА.000001.115.01.000	Рама	1			
Лист				<u>Детали</u>				
			2 ФЮРА.000001.115.00.001	Штырь	4			
Подп. и дата			3 ФЮРА.000001.115.00.002	Штырь	3			
			4 ФЮРА.000001.115.00.003	Основание	1			
Инв. №			5 ФЮРА.000001.115.00.004	Втулка	16			
			6 ФЮРА.000001.115.00.005	Прижим	16			
Взам. инв. №			7 ФЮРА.000001.115.00.006	Пружина	16			
				<u>Стандартные изделия</u>				
Подп. и дата			8	Гайка М24 ГОСТ 5915-70	16			
			9	Шайба 24 ГОСТ 11371-78	16			
			ФЮРА.000001.115.00.000					
Инв. №	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Приспособление		
						Лит.	Лист	Листов
	Разраб.		Бидзинова			ц		1
	Проб.		Ильященко			ЮТИ ТПУ		
	Н.контр.		Ильященко			гр 3-10А60		
	Утв.					Формат А4		

Копировал

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(обязательное)
Технологический процесс

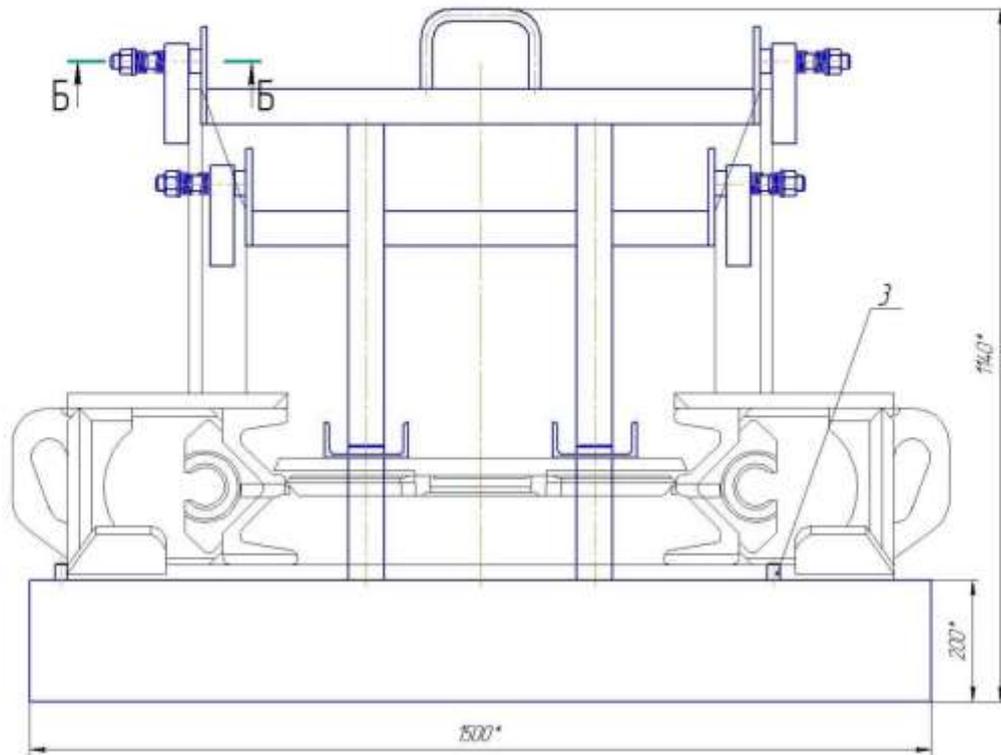
ГОСТ 3.1105-84 Формат 2									
Добл.									
Взам.									
Подл.									
								19 1	
		ФЮРА.ДР1000.115.00.0000							
		Основание							
<p>КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ</p> <p>на технологический процесс</p> <p>сборки-сварки</p>									
		Разработал		Бидзинова А.С.					
		Проверил		Ильященко Д.П.					
		Н. контр.		Ильященко Д.П.					
		Рецензент							
		Акт							
Т/Л		Титульный лист						1	

Дубль																			
Взам																			
Лодл																			
Разраб.	Будзынова А.С.																		
Проб.	Ильященко Д.П.																		
Нормир.																			
Нач. БТК																			
Н. конпр.	Ильященко Д.П.																		
К/М	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Поз.	Наименование ДСЕ или материала	Обозначение ДСЕ	ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. расх.							
Я										Разл. п.	Общ. п.	Такт. п.							
К01																			
02						Проволока СВ-08Г2С-0	ГОСТ 2246-70	φ12	20135 кг										
03						Электрод Т590	ГОСТ 9466-75	φ4	8,6 кг										
04						Защитный газ СО2	ГОСТ 8050-85		52216 л										
05																			
06						Масса сд. ед. 3220 кг.													
07																			
08						Спец. оснастка 136-3261; 136-3544;													
09						136-3544; 136-3545													
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			
17																			
КК						Комплектовочная карта													4

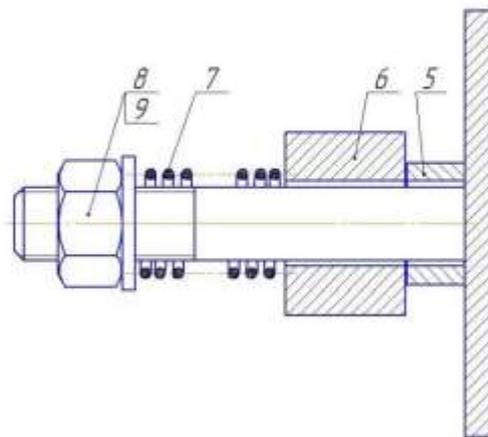
ФОРМА.000001115.00.000 СБ

A(1)

Упоры держателе не параллельные баковины не показаны



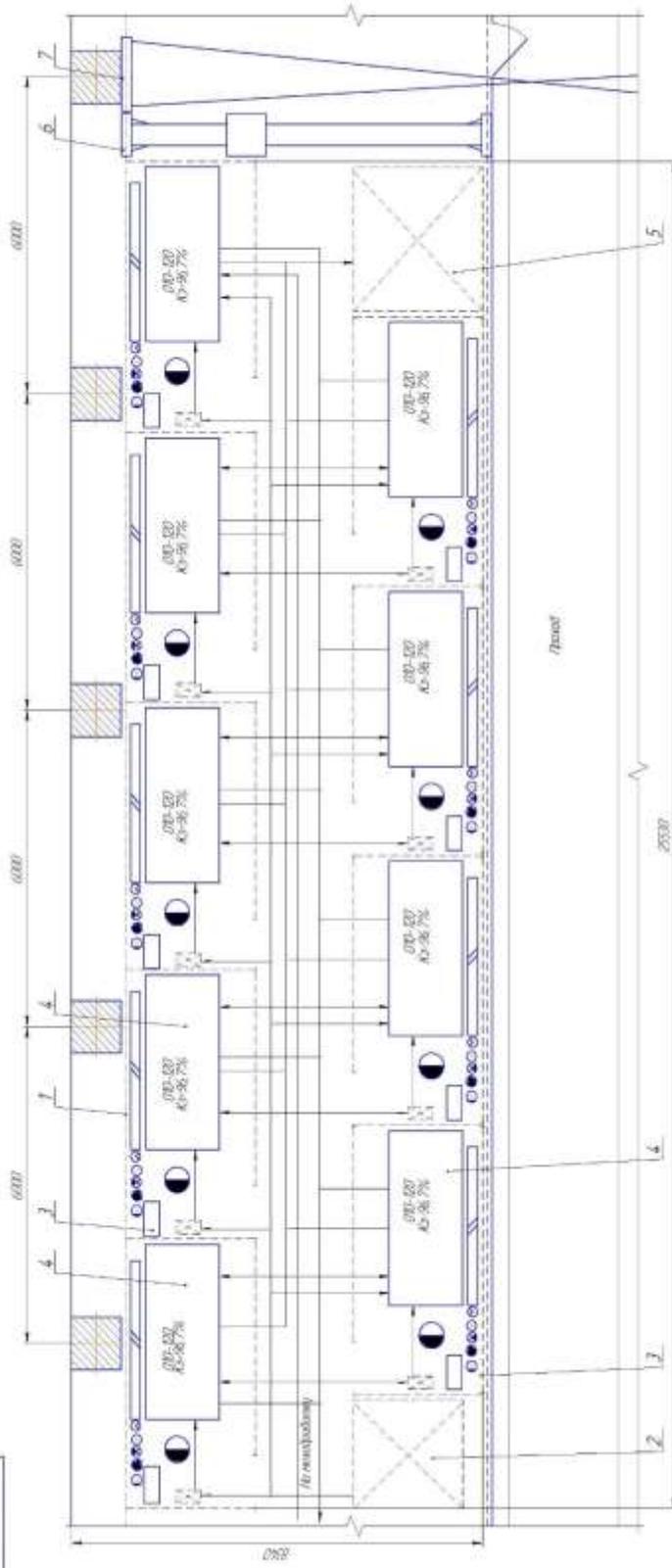
Б-Б(1:1)



ФОРМА.000001115.00.000 СБ

ФОРМА.000001115.00.000 СБ	Лист
Формат А2	2

107 50 000001Y0000



- Условные обозначения**
- Рабочий
 - ⊙ Любая электроэнергия
 - ▭ Элемент
 - ▭ Детальная
 - ▭ Ширма
 - Любая сжатого воздуха
 - СО
 - Любая пыль/пара
 - Любая кислота
 - ▭ Промышленный накопитель

$S_{ш} = 212,92 \text{ м}^2$

- Оборудование**
- 1 Рельс
 - 2 Склад заготовок
 - 3 Сварочный полуавтомат Fronius TPS 400/PULSE/LSC Advanced
 - 4 Приспособление сварочное ФУРА.000001115.00.000 СБ
 - 5 Склад заготовок продукции
 - 6 Кран-балка 2 т.
 - 7 Кран-мостовой 10 т.

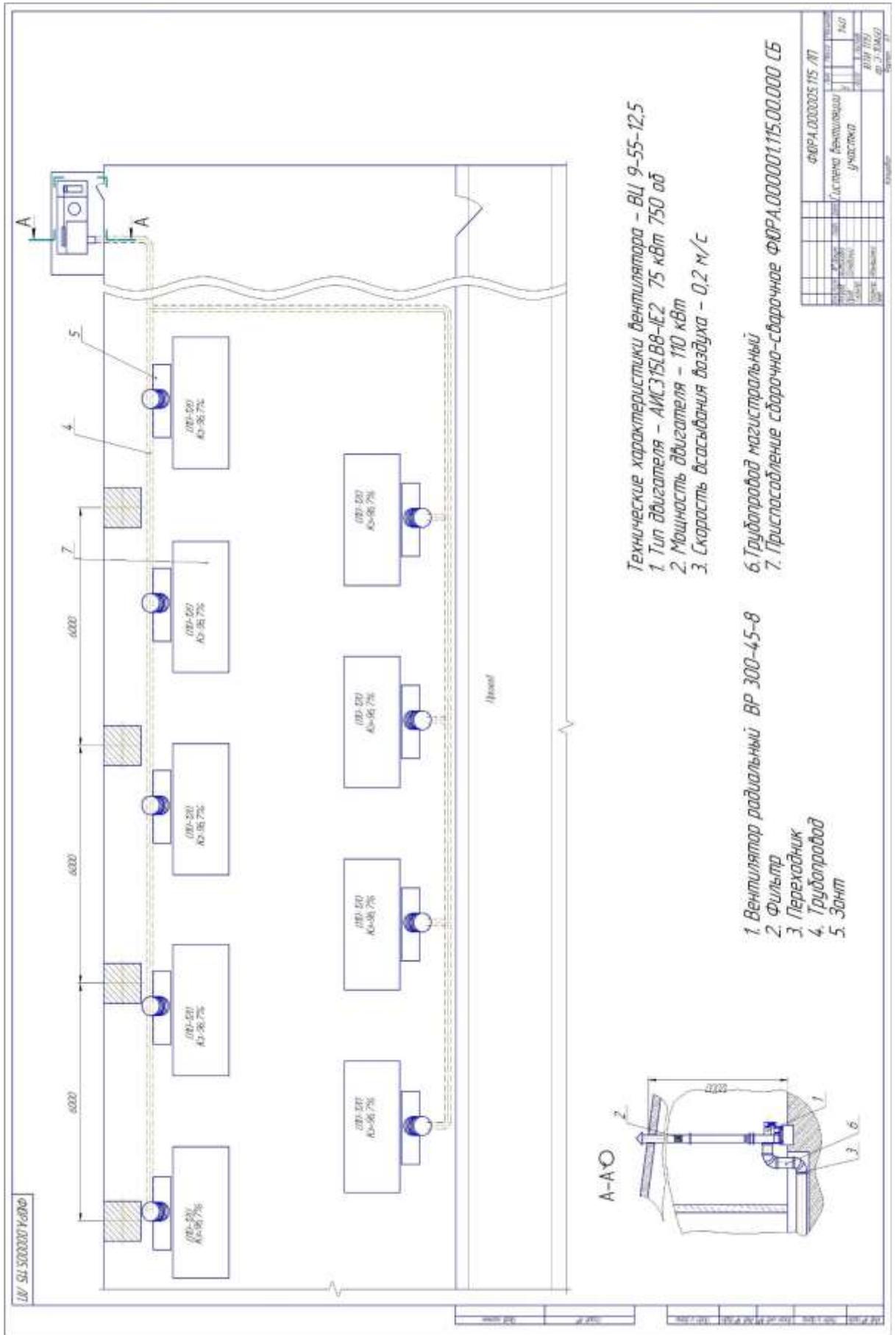
ФУРА.000001115.00	
Исполнитель	_____
Проверенный	_____
Дата	_____
Лист	1/2
Всего листов	2
Витрина	_____
№ документа	ФУРА.000001115.00

ФОРМА 0000004.010

Карта организации труда на производственном участке

1	<p>Для производства-машиностроения Тип производства-серийное Цех-сборочно-сборочный Участок-сборочно-сборочный</p>	<p>Изделие-Демонстрация ФОРМА ДР-1000.115.000.000 СБ Габаритная характеристика-500 шт. Количество рабочих в 1 смену-9, в смену-8 ч. Количество смен-2</p>	<p>Форма организации труда-бригада Профессия рабочих-слесари Система сборки- Размер рабочих-4 Вид сборки-механическая в смеси газоп-Аг+СД</p>	<p>Время мин 10000 284</p> <p>2026 14 8028 1066 54 2842 33</p>
2	<p>Детали ФОРМА ДР-3000.000.000.00</p>	<p>Время мин 5,1 2,7 76,47 4,26 6,1 1,8 1,8 228,73 10,0 24,26 8,7</p>	<p>Описание 001 Сверли 020 Сверли 075 Ме-обработка 080 Сверли 001 Прокатка 008 Сверли 020 Сверли 05 Сверли 001 Сверли 001 Сверли 001 Сверли 001 Сверли</p>	<p>Время мин 10000 284</p> <p>2026 14 8028 1066 54 2842 33</p>
3	<p>Нормальный фонд времени работы Действительный фонд времени для электрооборудования Действительный фонд времени для слесарно-сборочной Нормальный габаритный фонд времени работы оборудования при двухсменной работе Действительный фонд времени при двухсменной работе оборудования асимметричного Асимметричный (некалькуляционный)</p>	<p>1981 ч 1740 ч 1760 ч 3960ч 3760ч 3840ч</p>	<p>График режима труда и отдыха Летние смены 10 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18</p>	<p>Обозначения рабочее время подготовительное перерыв на обед перерыв на отдых</p>
4	<p>Функции обслуживания 1. Производственно-подготовительная 2. Инструментальная 3. Энергетическая 4. Транспортная 5. Контрольная 6. Монтажная 7. Монтажно-демонтажная</p>	<p>Служба работ 1. Обеспечение рабочего места деталями, заготовками 2. Обеспечение инструментами 3. Обеспечение рабочего места энергией 4. Доставка деталей 5. Контроль качества наладки 6. Наладка и ремонт оборудования 7. Чистка рабочего места</p>	<p>Исполнители 1. Наладчик 2. Мастер 3. Рабочие службы энергетика 4. Транспортные рабочие 5. Контролер БТК 6. Наладчик 7. Сварщик</p>	<p>Первичность обслуживания 1. В начале смены и по мере необходимости 2. По мере износа 3. Постоянно в течение смены 4. По мере необходимости 5. По мере необходимости 6. По мере необходимости 7. По окончании смены</p>
5	<p>Условия труда Факторы вредности 1. Психо-физиологические нервно-психическая нагрузка рабочая поза физическая нагрузка 2. Санитарно-гигиенические температура воздуха влажность воздуха обложная влажность концентрация вредных веществ запыленность воздуха звуковое шум</p>	<p>Средства защиты 1. Создание производственного климата механизация трудоемких операций изменение рабочей позы 2. Поддержание нормальных санитарно-гигиенических условий на территории участка в соответствии с ГОСТами 3. Вентиляция</p>	<p>1. Создание производственного климата механизация трудоемких операций изменение рабочей позы 2. Поддержание нормальных санитарно-гигиенических условий на территории участка в соответствии с ГОСТами 3. Вентиляция</p>	<p>1. Создание производственного климата механизация трудоемких операций изменение рабочей позы 2. Поддержание нормальных санитарно-гигиенических условий на территории участка в соответствии с ГОСТами 3. Вентиляция</p>
6	<p>Техническая документация 1. Технологический процесс сборки и сборки assemblies 2. Рабочие чертежи со спецификациями 3. Инструкция по эксплуатации и уходу за оборудованием 4. Инструкция по летнему безаварийности</p>	<p>1. Технологический процесс сборки и сборки assemblies 2. Рабочие чертежи со спецификациями 3. Инструкция по эксплуатации и уходу за оборудованием 4. Инструкция по летнему безаварийности</p>	<p>1. Технологический процесс сборки и сборки assemblies 2. Рабочие чертежи со спецификациями 3. Инструкция по эксплуатации и уходу за оборудованием 4. Инструкция по летнему безаварийности</p>	<p>1. Технологический процесс сборки и сборки assemblies 2. Рабочие чертежи со спецификациями 3. Инструкция по эксплуатации и уходу за оборудованием 4. Инструкция по летнему безаварийности</p>

ФОРМА 0000004.115.010	
Дата	№ документа
Исполнитель	Проверенный
Место	Дата
ФОРМА 0000004.115.010	



Технические характеристики вентилятора - ВЦ 9-55-12,5

1. Тип двигателя - АИС315LВ8-Е2 75 кВт 750 об
2. Мощность двигателя - 110 кВт
3. Скорость всасывания воздуха - 0,2 м/с

1. Вентилятор радиальный VR 300-45-8

2. Фильтр
3. Переключник
4. Трубопровод
5. Зант

6. Трубопровод магистральный

7. Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.0000001115.00.0000 СБ

