

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

Институт Юргинский технологический институт

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

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА СБОРКИ-СВАРКИ РЕШТАКА ПСН 3100

УДК 621.757:621.791:622.647.5

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А60	Фомин Е.Н.		

Руководитель

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

Нормоконтроль

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

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП «Машиностроение»	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЦТ	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

Фомин Е.Н.

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»

(Подпись) _____ (Дата) Д. П. Ильященко
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломный проект

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-10А60	Фомину Егору Николаевичу

Тема работы:

Разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки рештака ПСН 3100	
Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	25.05.2021 г. №145-28/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	11.06.2021г.
--	--------------

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 ресурсосбережение.7. Социальная ответственность.

<p>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<p>1. ФЮРА.ПСН.310.177.00.000 СБ Рештак 2 листа (А1). 2. ФЮРА.000001.177.00.000 СБ Приспособление сборочно-сварочное 3 листа (А1). 3. ФЮРА.000002.177 ЛП План участка 1 лист (А1). 4. ФЮРА.000004.177 ЛП Система вентиляции участка 1 лист (А1). 5. ФЮРА.000005.177 ЛП Основные технико-экономические показатели 1 лист (А1). 6. ФЮРА.000006.177 ЛП Карта организации труда 1 лист (А1). 7. ФЮРА.000007.177 ЛП Технологическая схема сборки и сварки изделия</p>
--	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

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

Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:

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

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	Фомин Е.Н.		

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

Институт Юргинский технологический институт

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

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

Форма представления работы:

Дипломный проект

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

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	11.06.2021 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля)/ Вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
17.01.2021	Обзор и анализ литературы	15
17.02.2021	Объект и методы исследования	15
17.03.2021	Разработка технологического процесса	20
17.04.2021	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:

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

Юрга – 2021 г.

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-10А60	Фомину Егору Николаевичу

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

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:
Цена на основные материалы, сварочные материалы, электроэнергию, сварочное оборудование.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:
Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования и помещений
Затраты на сварочные материалы
Заработная плата
Затраты на электроэнергию
Затраты на основной металл
Себестоимость одного изделия
Количество приведенных затрат
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):
<i>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчетному заданию</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	03.02.2021г.
---	--------------

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	Фомин Е.Н.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-10А60	Фомину Егору Николаевичу

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 рештака 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) <p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</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).
---	--

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>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>Действие выявленных вредных факторов на организм человека. Допустимые нормы (согласно нормативно-технической документации). Разработка коллективных и рекомендации по использованию индивидуальных средств защиты.</p> <p>Источники и средства защиты от существующих на рабочем месте опасных факторов (электробезопасность, термические опасности и т.д.). Пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</p>
---	---

<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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	03.02.2021г.
---	--------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
И. о. руководителя ОТБ	Солодский С. А.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А60	Фомин Е.Н.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 139 с., 2 рисунка, 30 таблицы, 52 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 рештак шахтного перегружателя ПСН 3100.

Цель работы. Целю работы является разработка технологии изготовления рештака 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 8810611 руб;
- себестоимость продукции 64628424,58 руб;
- количество приведенных затрат 65950016,26 руб/изд. год.

Abstract

Final qualifying work 139 p., 2 drawings, 30 tables, 52 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 pans of the mine overloader PSN 3100.

Purpose of work. The aim of the work is to develop a pan 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 8,810,611 rubles;*
- production cost of 64628424.58 rubles;*
- the number of reduced costs 65950016.26 rubles / ed. year.*

Содержание

Введение	17
1 Обзор и анализ литературы	19
1.1 Комбинированное импульсное воздействие защитных газов и сварочного тока при сварке плавящимся электродом	19
1.2 Управление геометрией сварного шва аппаратными средствами при механизированной и автоматической дуговой сварке плавящимся электродом	20
1.3 Дуговая сварка в защитных газах с попеременной импульсной подачей разнородных газов	22
1.4 Заключение	23
2 Объект и методы исследования	24
2.1 Описание сварной конструкции	24
2.2 Требования НД предъявляемые к конструкции	24
2.2.1 Требования к подготовке кромок	24
2.2.2 Требования к сварке и прихватке	25
2.2.3 Требования к сборке сварного изделия	26
2.2.4 Требования к сварке корневого валика. Требования к сварке последующих слоев. Требования к клеймению шва	26
2.2.5 Требования к оформлению документации	27
2.2.6 Требования к контролю	28
2.3 Методы проектирования	29
2.4 Постановка задачи	30
3 Разработка технологического процесса	31
3.1 Анализ исходных данных	31
3.1.1 Основные материалы	31
3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки	37
3.1.3 Выбор сварочных материалов	38

3.2	Расчет технологических режимов	40
3.3	Выбор основного оборудования	44
3.4	Выбор оснастки	52
3.5	Составление схемы общей сборки. Определение рациональной схемы разделения конструкции на сборочные единицы	52
3.6	Выбор методов контроля, регламент, оборудование	54
3.7	Разработка технической документации	57
3.8	Техническое нормирование операций	59
3.9	Материальное нормирование	62
3.9.1	Расход металла	62
3.9.2	Расход сварочной проволоки	62
3.9.3	Расход защитного газа	63
3.9.4	Расчет расхода и затрат на сварочный флюс	63
3.9.5	Расход электроэнергии	63
4	Конструкторский раздел	65
4.1	Проектирование сборочно-сварочных приспособлений	65
4.2	Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений	66
5	Проектирование участка сборки-сварки	68
5.1	Состав сборочно-сварочного цеха	68
5.2	Расчет основных элементов производства	69
5.2.1	Определение количества необходимого числа оборудования	69
5.2.2	Определение состава и численности рабочих	71
5.3	Пространственное расположение производственного процесса	72
5.3.1	Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха	72
6	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	74
6.1	Финансирование проекта и маркетинг	74
6.2	Экономический анализ техпроцесса	74
6.2.1	Расчет капитальных вложений в производственные фонды	75
6.2.1.1	Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления	76

6.2.1.2 Капитальные вложения в подъемно-транспортное оборудование	78
6.2.1.3 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями	78
6.2.2 Расчет себестоимости единицы продукции	79
6.2.2.1 Определение затрат на основные материалы	80
6.2.2.2 Определение затрат на сварочные материалы	80
6.2.2.3 Определение затрат на заработную плату	82
6.2.2.4 Определение затрат на заработную плату вспомогательных рабочих	82
6.2.2.5 Заработная плата административно-управленческого персонала	83
6.2.2.6 Определение затрат на силовую электроэнергию	84
6.2.2.7 Определение затрат на сжатый воздух	84
6.2.2.8 Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования	85
6.2.2.9 Определение затрат на содержание помещения	86
6.3 Расчет технико-экономической эффективности	88
6.4 Основные технико-экономические показатели участка	88
7 Социальная ответственность	90
7.1 Описание рабочего места	90
7.2. Законодательные и нормативные документы	91
7.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	93
7.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке	99
7.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды	100
7.4.1 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов	102
7.5 Охрана окружающей среды	103
7.6 Защита в чрезвычайных ситуациях	104
7.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	105
Заключение	106
Библиография	107
	14

Приложение А Спецификация Рештак	112
Приложение Б Спецификация Приспособление сборочно-сварочное	113
Приложение В Технологический процесс	115
Диск CD	В конверте на обложке
Графическая часть	На отдельных листах
ФЮРА.ПСН.310.177.00.000 СБ Рештак. Сборочный чертеж	Формат 2-А1
ФЮРА.000001.177.00.000 СБ Приспособление сборочно- сварочное	Формат 3-А1
ФЮРА.000002.177 ЛП План участка	Формат А1
ФЮРА.000004.177 ЛП Карта организации труда на производственном участке	Формат А1
ФЮРА.000005.177 ЛП Основные технико-экономические показатели	Формат А1
ФЮРА.000006.177 ЛП Карта организации труда на Производственном участке.	Формат А1
ФЮРА.000007.177 ЛП Технологическая схема сборки и сварки изделия.	Формат А1

Обозначения и сокращения

Сб. ед. – сборочная единица.

Поз. – позиция.

Введение

Сварку стали применять довольно давно, изначально сваривали мягкие металлы (медь, золото), постепенно технология сварки развивалась. Теперь сваркой получают изделия из металла и неметаллических материалов (стекла, керамики, пластмасс и др.). Изменяя режимы сварки, можно наплавлять слои металла различной толщины и различного состава. На специальном оборудовании в определенных условиях можно осуществлять процессы, противоположные по своей сущности процессу соединения, например огневую, или термическую, резку металлов [1].

Инертные газы являются одним из лучших инструментов, который может защитить сварочную ванну от воздействия внешних факторов. Для того чтобы условия сварки были наилучшими, расплавленный металл не должен быть подвержен внешнему воздействию, кроме электрической дуги, и ничего не должно попадать в нее, за исключением заполняющего присадочного материала. Сварка в защитной газовой среде отвечает заявленным условиям и, следовательно активно используются в строительстве, ремонтных мастерских и других областях промышленности [2].

Сочетание защитного газа и электрической дуги очень успешно. Таким образом, можно объединить преимущества обоих вариантов и получить такое средство соединения металла, которое может обеспечить надежность в работе. Универсальность применения обусловлена большим количеством газа, используемого здесь. Для каждого типа металла, можно выбрать свою собственную разновидность, свойство которого соответствует заданным условиям. Механизированная сварка в среде защитных газов позволяет сваривать все виды металлов, которые используются в производстве. Это относится и к сплавам и даже разнородным деталям.

Популярность сварка в среде защитных газов приобрела из-за своих положительных качеств, среди которых стоит отметить [3]:

- качество соединения существенно превосходит многие другие способы сварки;
- некоторые виды защитных газов имеют относительно невысокую стоимость;
- освоение данной методики для сварщиков, которые уже обладают опытом работы, не составляет большого труда;
- соединение может происходить как на малых толщинах, так и для более толстых деталей;
- сварка получает высокий уровень производительности;
- работа с нержавеющей сталью, алюминием, медью и прочими цветными металлами, и их сплавами уже не вызывает большого труда, так как благодаря газовой защите, многие проблемы с ними решались.

Сварка в защитных газах оказывается весьма эффективной, но для достижения высокопоставленных результатов нужно точно придерживаться технологии. Технология сварки в защитных газах имеет ряд отличий от других способов, что сказывается на технологии ее проведения.

В данной выпускной квалификационной работе производится проектирование участка сборки и сварки рештака. В результате проведения данной работы следует разработать технологический процесс.

1 Обзор и анализ литературы

1.1 Комбинированное импульсное воздействие защитных газов и сварочного тока при сварке плавящимся электродом

В современных сварочных технологиях широко применяют способы сварки с импульсным изменением сварочного тока. Потенциальные возможности и преимущества, которые открываются благодаря таким технологиям, известны. В последние годы значительно возрос объем выполняемых научных работ по исследованию и разработке новых средств регулирования энергетических и технологических параметров импульсной сварочной дуги с плавящимся электродом [4]. Цель этих работ – повышение качества сварных соединений: уменьшение количества и разновидности дефектов, повышение прочности и улучшение служебных характеристик сварных соединений.

Регулирование энергетических параметров сварочной дуги как источника тепловых и силовых воздействий в процессе нагрева, правления, переноса металла электрода, а также движения металла сварочной ванны и металлургических процессов осуществляется несколькими путями [4]. Достаточно эффективно изменение состава электродных проволок и газовых смесей. Действенны также электрические способы регулирования сварочного тока за счет управляющих воздействий на параметры источника питания дуги или привода подачи электродной проволоки. При сварке в защитных газах плавящимся электродом применение магнитных полей (аксиальных) характеризуется повышенным разбрызгиванием [4]. Кроме того, существует граничное значение индукции магнитного поля (главным образом зависящее от тока сварки и магнитных свойств материала), превышение которого приводит к снижению глубины проплавления и ухудшению формирования шва.

Представляют также интерес процессы дуговой сварки плавящимся электродом, при которых защитные газы подаются в зону дуги поочередно импульсно, порциями по заданной программе [5]. Подобные исследования проводили как для сварки сталей с чередованием в качестве газовой защиты углекислого газа (CO_2) и аргона (Ar), так и для алюминиевых сплавов с чередованием газовой защиты аргона (Ar) и гелия (He). Установлено, что частоту импульсного чередования газов в значительной мере определяют технологические показатели металла швов [5]. Однако необходимо отметить, что пока нет данных о частотах импульсной подачи защитных газов, которые наиболее эффективно влияют на процесс сварки плавящимся электродом различных материалов [4].

1.2 Управление геометрией сварного шва аппаратными средствами при механизированной и автоматической дуговой сварке плавящимся электродом

Совершенствование процессов дуговой сварки и наплавки с использованием полуавтоматов и автоматов актуально вследствие их широкого применения при создании ответственных металлоконструкций различного назначения. К их числу относится и расширение возможностей по формированию сварного соединения, одной из составляющих которого является возможность управления формой шва. Такая задача в той или иной степени может решаться различными способами: применением специальных материалов, активирующих смесей, выбором режимов, технологическими приемами, используемыми сварщиком и др. [6, 7].

В последнее время для существенного улучшения результатов дуговой сварки плавящимся электродом все больше используются импульсные и модулированные воздействия [8]. На сегодняшний день существуют два

основных направления осуществления импульсного воздействия на характеристики дуговой механизированной сварки плавящимся электродом [9]:

- за счет использования импульсных алгоритмов выходных параметров сварочного источника – тока [10];
- за счет работы механизма подачи электродной проволоки в импульсном режиме.

Первое направление является в настоящее время наиболее изученным и востребованным, однако до сих пор не все возможности импульсных технологических процессов реализованы в полной мере. Отмеченное обстоятельство особенно актуально для второго направления.

Для понимания физических процессов, сопровождающих импульсно-дуговые процессы сварки в режиме как постоянной подачи электродной проволоки, так и импульсной подачи, рассмотрим некоторые их специфические особенности.

Отметим, что импульсно-дуговую сварку плавящимся электродом в защитных газах (ИДСПЭ) конструкционных сталей широко применяют в различных отраслях промышленности. В ИЭС им. О. Е. Патона, ряде российских учебных, научно-производственных и исследовательских организациях многие годы занимаются вопросами создания оборудования и технологии ИДСПЭ различных материалов. К настоящему времени накоплен значительный положительный опыт применения таких технологий в условиях промышленного производства, однако многие вопросы, в том числе и изучение возможностей ИДСПЭ по уравнению геометрией сварного шва аппаратными средствами требуют дополнительного изучения [11].

1.3 Дуговая сварка в защитных газах с попеременной импульсной подачей разнородных газов

Необходимость устранения дефектов, возникающих в сварных соединениях из алюминия, жаропрочных сплавов и трудносвариваемых высокопрочных сталей, требует дополнительных мер и средств в технологии сварки. Наиболее часто встречаются устраняемые подваркой дефекты приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Перечень дефектов

Дефект	Краткая характеристика влияния дефекта на прочность и герметичность сварного соединения
Подрезы в основном металле рядом со швом	Создают концентрацию напряжений, при нагружении соединения могут привести к его разрушению
Поры в шве	Нарушают герметичность и ухудшают механические свойства
Оксидные и вольфрамовые включения	Уменьшают сплошность и ухудшают механические свойства
Ослабления шва	Уменьшают сечение и прочность соединения
Излишняя выпуклость	Увеличивают внутренние напряжения

С целью предотвращения образования дефектов в настоящее время разработаны различные технологии сварки, способы подготовки свариваемых кромок, а также предложено множество видов электродной и присадочной проволоки. Однако ни одна из этих мер не позволяет полностью устранить все указанные дефекты.

В данной работе исследовали новый технологический процесс сварки в защитных газах с попеременной (чередующейся) подачей Ar и He в дуговой промежуток [12]. Этот технологический процесс сочетает преимущества АДС и ГДС, одновременно позволяя значительно уменьшить негативные последствия их недостатков. Чередующаяся пульсация потоков Ar и He в широком диапазоне частот и расходов обеспечивает специально разработанное устройство.

Результаты исследования нового технологического процесса и оценка его эффективности применительно к некоторым сплавам показали, что гелиевый импульс в рассматриваемом процессе обеспечивает глубокое проплавление свариваемого стыка, а аргоновый – служит для стабилизации дуги и приповерхностной тепловой обработки соединения.

Однако влияние попеременных импульсов разнородных газов на качество сварных соединений этим не ограничивается. Имеются и другие физические эффекты, показывающие, что новый технологический процесс – это не формальное совмещение двух известных процессов. Некоторые из выявленных эффектов приведены в данной работе [12].

1.4 Заключение

В настоящее время наука производит много исследований, по изучению процессов, протекающих при дуговой сварке в защитных газах. Эти исследования позволяют улучшать технологию, устранять или уменьшать ее недостатки. Существует возможность регулирования энергетических параметров сварочной дуги. Внедрение новых технологий позволяет повысить эффективность сварки в защитных газах. В настоящее время сварка в инертных газах, а также их смесях получила широкое распространение. Она характеризуется экономичностью, качеством выполненного шва, удобным управлением режимами сварки, поэтому выбирается автоматическая сварка в смеси газов ($Ar+CO_2$).

2 Объект и методы исследования

2.1 Описание сварной конструкции

Рештак – металлический желоб качающегося или скребкового конвейера, применяемого в горном деле. Рештак конвейера забойного скребкового ПСН 3100 является сложной коробчатой сварной конструкцией. Конструкция изделия представлена на чертеже ФЮРА.ПСН.310.177.00.000 СБ. Спецификация рештака приведена в приложении А. Габаритные размеры изделия: 1580 мм×1362 мм×310 мм.

Масса, кг: 1424 кг.

Рештак 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 изделия выполняется 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 [13].

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

Кромки изделий, подлежащие сварке, и прилегающие к ним поверхности, 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 [13].

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 [13].

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, в квалификация которых соответствует выполняемой работе.

Сварочные работы должны производиться, как правило, в закрытых помещениях при положительной температуре окружающего воздуха [13].

2.2.3 Требования к сборке сварного изделия

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

Простейшие неотчетливые конструкции допускается собирать без приспособлений.

Собранная конструкция подлежит приемке техническим контролем [13].

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) [14];
- при сварке проволокой диаметрами 1,2 и 1,4 мм высота валика не должна быть менее 5 мм;
- при сварке проволокой диаметром 1,6 мм и более скорость сварки не должна превышать 15 м/ч.

В многослойных швах перед наложением каждого последующего шва предыдущий должен быть очищен от шлака [13].

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

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

При выполнении всех сварных соединений одним сварщиком допускается указывать шифр клейма сварщика в доступном для осмотра месте, заключённом в рамку, наносимую несмываемой краской. Место маркировки в таком случае должно быть указано в паспорте технического устройства [15].

2.2.5 Требования к оформлению документации

Документацию следует оформлять в соответствии с приведенными ниже документами.

ГОСТ 2.105-2019 «Единая система конструкторской документации (ЕСКД). ГОСТ 3.1502-85 «Единая система технологической документации

(ЕСТД). Формы и правила оформления документов на технический контроль». ГОСТ 3.1119-83 «Единая система технологической документации (ЕСТД). Общие требования комплектности и оформлению комплектов документов на единичные технологические процессы». ГОСТ 3.1407-86 «Единая система технологической документации (ЕСТД). Формы и требования к заполнению и оформлению документов на технологические процессы, специализированные по методам сборке». ГОСТ 3.1705-81 «Единая система технологической документации (ЕСТД). Правила записи операции переходов. Сварка».

2.2.6 Требования к контролю

Контроль качества сварных соединений стальных конструкций производится:

- ВИК в объеме 100 %.

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 [16].

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

При внешнем осмотре качество сварных соединений конструкций должно удовлетворять требованиям табл. П14.1 [16].

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.

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 [16].

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 рештака, сборочно-сварочное приспособление.

2.4 Постановка задачи

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

При выполнении выпускной квалификационной работы необходимо обеспечить соблюдение качества выполнения работ, продумать технологичность операций и обеспечить экономичность процесса изготовления изделия при оптимальном уровне механизации 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

Рештак – это цельносварная конструкция из элементов листового проката и литых деталей изготовленная из следующих марок стали: 30ХГСФЛ, 14ХГ2САФД, 10ХСНД и Ст3пс.

Химический состав механические свойства стали 30ХГСФЛ приведены в таблицах 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1 – Химический состав стали в процентном соотношении 30ХГСФЛ (ГОСТ 977-88) [17]

<i>S</i>	<i>P</i>	<i>Ni</i>	<i>Cu</i>	<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>Cr</i>	<i>V</i>
Не более								
0,050	0,050	0,30	0,30	0,25-0,35	0,40-0,60	1,00-1,50	0,30-0,50	0,06-0,12

Таблица 3.2 – Механические свойства стали 30ХГСФЛ [17]

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ , %	ψ , %	KCU_{40} МДж/м ²
392	589	15	25	34

30ХГСФЛ – сталь для отливок обыкновенная. Применяется для изготовления: шестерен, зубчатых колес и других деталей машиностроения.

Химический состав механические свойства стали 14ХГ2САФД приведены в таблицах 3.3 и 3.4.

Таблица 3.3 – Химический состав стали в процентном соотношении 14ХГ2САФД (ТУ 14-1-4632-93) [18]

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

Таблица 3.4 – Механические свойства стали 14ХГ2САФД [18]

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ , %	KCU ₄₀ МДж/м ²
400	550	16	-

14ХГ2САФД – легированная высокопрочная износостойкая мартенситно-бейнитная сталь. Является аналогом шведских марок *HARDOX WELDOX*. Свариваемость удовлетворительная. Способы сварки: РД, РАД, АФ и КТ. Требуется предварительный нагрев. Высокая сопротивляемость хрупкому разрушению.

Нашла свое применение для производства платформ большегрузных автосамосвалов, конструкций крепей шахт, несущих конструкций мостов [18].

Химический состав механические свойства стали 10ХСНД приведены в таблицах 3.5 и 3.6.

Таблица 3.5 – Химический состав стали в процентном соотношении 10ХСНД (ГОСТ 19281-89) [17]

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

Таблица 3.6 – Механические свойства стали 10ХСНД [17]

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

10ХСНД – низколегированная сталь хорошо сваривается всеми способами сварки не имеющая склонности к отпускной хрупкости. Сталь предназначена для изготовления сварных металлоконструкций и различных изделий, к которым предъявляются требования повышенной прочности и коррозионной стойкости с ограничением массы, работающих при температуре окружающей среды от минус 70 °С до плюс 450 °С [17].

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

Таблица 3.7 – Химический состав стали в процентном соотношении СтЗпс (ГОСТ 14637-89) [17]

<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>Ni</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>Cr</i>	<i>N</i>	<i>Cu</i>	<i>As</i>
0,14-0,22	0,05-0,15	0,4-0,65	Не более						
			0,3	0,05	0,04	0,3	0,008	0,3	0,08

Таблица 3.8 – Механические свойства стали СтЗпс [17]

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %
205-245	370-480	23-26

СтЗпс – сталь конструкционная углеродистая обыкновенного качества. Применяется для изготовления: Несущие элементы сварных и несварных конструкций и деталей, работающих при положительных температурах, арматура класса Ат400С.

Основным критерием при выборе материала является свариваемость. При определении понятия свариваемости металлов необходимо исходить из физической сущности процессов сварки и отношения к ним металлов. Процесс сварки – это комплекс нескольких одновременно протекающих процессов, основными из которых являются: процесс теплового воздействия на металл в околошовных зонах, процесс плавления, металлургические процессы, кристаллизация металлов в зоне сплавления. Следовательно, под свариваемостью необходимо понимать отношение металлов к этим основным процессам. Свариваемость металлов рассматривают с технологической и физической точки зрения [19].

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 [20]:

- резкое отличие химического состава, механических свойств и структуры металла шва от химического состава, структуры и свойств основного металла;
- изменение структуры и свойств основного металла в зоне термического влияния;

- возникновение в сварных конструкциях значительных напряжений, способствующих в ряде случаев образованию трещин;
- образование в процессе сварки тугоплавких, трудно удаляемых окислов, затрудняющих протекание процесса, загрязняющих металл шва и понижающих его качество;
- образование пористости и газовых раковин в наплавленном металле, нарушающих плотность и прочность сварного соединения и другое.

При различных способах сварки наблюдается заметное окисление компонентов сплавов. В стали, например, выгорает углерод, кремний, марганец, окисляется железо. В связи с этим в определении технологической свариваемости должно входить [20]:

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

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

лабораторные испытания.

Для классификации по свариваемости стали подразделяются на четыре группы [20]:

- 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 [20]:

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

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 30ХГСФЛ:

$$C_{\text{экв}} = 0,25 + (1/6) + (0,4/24) + (0,3/10) + (0,3/5) + (0,06/14) = 0,528 \%$$

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 14ХГ2САФД:

$$C_{\text{экв}} = 0,12 + (1,4/6) + (0,4/24) + (0,3/10) + (0,05/5) + (0,04/14) = 0,213 \%$$

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 10ХСНД:

$$C_{\text{экв}} = 0,12 + (0,5/6) + (0,8/24) + (0,5/10) + (0,6/5) = 0,29 \%$$

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для СтЗпс:

$$C_{\text{экв}} = 0,15 + (0,3/6) + (0,05/24) + (0,3/10) = 0,23 \%$$

Сталь 10ХСНД – низколегированная конструкционная ГОСТ19281-73 [21]. Сталь СтЗпс – углеродистая ГОСТ 14637-89 [21]. Сталь 14ХГ2САФД –

легированная высокопрочная износостойкая мартенситно-бейнитная по ТУ 14-1-4632-93. Эти стали относятся к первой группе свариваемости и обладают хорошей свариваемостью [21]. 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. 30ХГСФЛ – для отливок легированная ГОСТ 977-88 [21]. Эта сталь относится к третьей группе свариваемости и обладает ограниченной свариваемостью. Для получения высококачественного сварного соединения необходимы дополнительные операции: подогрев, предварительная или последующая термообработка, проковка швов и д.р.

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 30ХГСФЛ, 14ХГ2САФД, 10ХСНД и Ст3пс рекомендуются следующие способы сварки: механизированная и автоматическая сварка в $Ar+CO_2$ электродной проволокой диаметром 0,8...1,6 мм; автоматическая дуговая сварка под флюсом электродной проволокой диаметром 1,6...5,0 мм; электрошлаковая сварка проволочными, пластинчатыми и комбинированными электродами [21]. Выбираем сварку плавящимся электродом в среде защитных газов Ar и CO_2 (Ar – 80%, CO_2 – 20%), так как данный вид сварки гораздо экономичней и

технологичней ручной дуговой сварки, и сварку под слоем флюса для выполнения швов длиннее одного метра.

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 [22] 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 [22]

<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; $\delta = 24$ % [22].

Для сварки под слоем флюса выберем сварочную проволоку Св-18ХГС ГОСТ 2246-70 диаметром 5,0 миллиметров.

Химический состав проволоки Св-18ХГС представлен в таблице 3.10.

Таблица 3.10 – Химический состав проволоки Св-18ХГС [22]

<i>C, %</i>	<i>Si, %</i>	<i>Mn, %</i>	<i>Cr, %</i>	<i>Ni, %</i>	<i>S, %</i>	<i>P, %</i>	<i>N</i>
				Не более			
0,15-0,22	0,90-1,20	0,8-1,1	0,8-1,1	0,3	0,25	0,03	0,015

Свойства металла шва $\sigma_B = 960-940$ МПа; $\delta = 9$ % [22].

Для защиты сварочной дуги и сварочной ванны принимаем смесь двуокиси углерода с аргоном в соотношении 20% двуокиси углерода к 80% аргона (ГОСТ Р ИСО 14175-2010).

Допустимые отклонения содержания компонентов в газовых смесях должны соответствовать нормам, указанным в таблице 3.11 по ГОСТ Р ИСО 14175-2010.

Таблица 3.11 – Допустимые отклонения содержания компонентов

Диапазон номинальных значений объемных долей компонентов, %	Максимально допустимые отклонения
>5	±10% номинального значения
1-5	±0,5% (абсолютное значение)
<1	Не регламентируется настоящим стандартом

Для защиты сварочной дуги и сварочной ванны необходим флюс пригодный для сварки низколегированных сталей, принимаем флюс АН-348А ТУ У 05416923.049-99.

Флюс сварочный АН-348А относится к оксидным высокоактивным флюсам. Основное предназначение данного материала – для автоматической и полуавтоматическая сварки и наплавки деталей из углеродистых нелегированных и низколегированных сталей, низколегированной и нелегированной проволоки. Возможная температура эксплуатации конструкции составляет минус 40 °С. В процессе сварки с использованием флюса АН-348А сварочная проволока и указанный флюс подаются в зону горения дуги одновременно. Под воздействием тепла происходит плавка свариваемых деталей, проволоки и флюса. Расплавленный флюс позволяет эффективно защитить зону горения дуги от атмосферного воздуха и находящихся в нем газов, способствует стабильному горению дуги и позволяет качественно улучшить

получаемый сварной шов. При сварке под флюсом АН-348А в результате получаются качественные швы, которые имеют высокую плотность и не поддаются трещинам. После того, как сварной шов остынет, шлаковая корка без проблем удаляется. При сварке-наплавке под флюсом интенсивно протекают кремне- и марганцевосстановительные процессы, что компенсирует недостаток углерода в сварочной проволоке. Химический состав флюса АН-348А приведен в таблице 3.12.

Таблица 3.12 – Химический состав флюса АН-348А в процентном соотношении [23]

SiO_2	MnO	CaO	MgO	Al_2O_3	Fe_2O_3	S	P	CaF_2
40,0-44,0	31,0-38,0	<12,0	<7,0	<13,0	0,5-2,2	<0,11	<0,12	3,0-6,0

3.2 Расчет технологических режимов

Рассчитаем нахлесточное соединение Н1-Δ18 которое показано на рисунке 1.1:

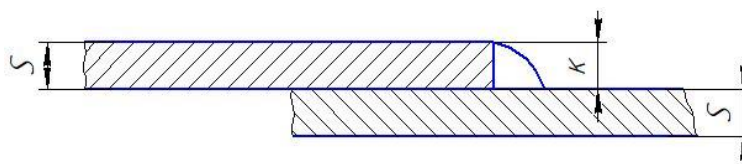


Рисунок 1.1 – Нахлесточное соединение Н1-Δ18

Диаметр электродной проволоки рассчитываем по формуле [19]:

$$d_{ЭП} = K_d \times F_{Н1}^{0,625} \quad (3.2)$$

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

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

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

Определим общее количество проходов [19]:

$$n_{no} = \frac{F_{НО} - F_{НК}}{F_{НЗ}} + 1 = \frac{217 - 20}{40} + 1 = 5,9. \quad (3.3)$$

Примем $n_{пр} = 6$.

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

$$F'_{НЗ} = \frac{F_{НО} - F_{НК}}{n_{no} - n_{нк}} = \frac{217 - 20}{6 - 1} = 39,4 \text{ мм}^2, \quad (3.4)$$

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

$$d_{ЭК}=(0,149\dots0,409) \times F_{НК}^{0,625} = (0,149\dots0,409) \times 20^{0,625} = 0,97\dots2,66 \text{ мм} \quad (3.5)$$

$$d_{ЭПЗ}=(0,149\dots0,409) \times F'_{НЗ}^{0,625} = (0,149\dots0,409) \times 39,4^{0,625} = 1,48\dots4,1 \text{ мм} \quad (3.6)$$

Примем стандартные значения диаметра сварочной проволоки:

$d_{ЭК}=1,6 \text{ мм}$. и $d_{ЭПЗ}=1,6 \text{ мм}$.

Рассчитаем скорость сварки для корневого, заполняющего проходов [19]:

$$V_{СК} = \frac{8,9 \times d_{ЭК}^2 + 50,6 \times d_{ЭК}^{1,5}}{F_{НК}} = \frac{8,9 \times 1,6^2 + 50,6 \times 1,6^{1,5}}{20} = 6,26 \frac{\text{мм}}{\text{с}}, \quad (3.7)$$

$$V_{СЗ} = \frac{8,9 \times d_{ЭПЗ}^2 + 50,6 \times d_{ЭПЗ}^{1,5}}{F'_{НЗ}} = \frac{8,9 \times 1,6^2 + 50,6 \times 1,6^{1,5}}{39,4} = 3,2 \frac{\text{мм}}{\text{с}}, \quad (3.8)$$

Принимаем $V_{СК} = 6 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 21,6 \frac{\text{м}}{\text{ч}}$, $V_{СЗ} = 3 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 10,8 \frac{\text{м}}{\text{ч}}$.

При известных площадях наплавленного металла, диаметрах электродных проволок и скорости сварки рассчитаем скорости подачи электродной проволоки по формуле [19]:

$$V_{ЭК} = \frac{4 \times V_{СК} \times F_{НК}}{p \times d_{ЭК}^2 \times (1 - y_p)} = \frac{4 \times 6 \times 2}{p \times 1,6^2 \times (1 - 0,1)} = 66,3 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 239 \frac{\text{м}}{\text{ч}}, \quad (3.9)$$

$$V_{\text{ЭПЗ}} = \frac{4 \times V_{\text{СЗ}} \times F_{\text{НЗ}}}{p \times d_{\text{ЭПЗ}}^2 \times (1 - y_p)} = \frac{4 \times 3 \times 39,4}{p \times 1,6^2 \times (1 - 0,1)} = 65,3 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 235 \frac{\text{м}}{\text{ч}}, \quad (3.10)$$

Рассчитаем сварочный ток для корневого, заполняющего и подварочного проходов при сварке на обратной полярности [19]:

$$I_{\text{СК}}^{0(+)} = d_{\text{ЭПК}} \times \left(\sqrt{1450 \times d_{\text{ЭПК}} \times V_{\text{ЭПК}} + 145150} - 382 \right) =$$

$$= 1,6 \times \left(\sqrt{1450 \times 1,6 \times 66,3 + 145150} - 382 \right) = 264 \text{ А}, \quad (3.11)$$

$$I_{\text{СЗ}}^{0(+)} = d_{\text{ЭПЗ}} \times \left(\sqrt{1450 \times d_{\text{ЭПЗ}} \times V_{\text{ЭПЗ}} + 145150} - 382 \right) =$$

$$= 1,6 \times \left(\sqrt{1450 \times 1,6 \times 65,3 + 145150} - 382 \right) = 260 \text{ А}. \quad (3.12)$$

Расчетное значение сварочного тока не выходит за пределы ограничений для положения $I_c \leq 510 \text{ А}$.

При расчете режимов для смеси газов $\text{Ar} + \text{CO}_2$ необходимо вводить поправочный коэффициент $k_{\text{см}}$, $k_{\text{см}} = 1,1 \dots 1,15$.

С учетом поправочного коэффициента:

$$I_{\text{СК}} = 264 \times 1,12 = 295 \text{ А}.$$

$$I_{\text{СЗ}} = 260 \times 1,1 = 286 \text{ А}.$$

Принимаем $I_c = 280\text{-}300 \text{ А}$.

Определим напряжение сварки корневого и заполняющего проходов [19]:

$$U_c = 14 + 0,05 \times I_c, \quad (3.13)$$

$$U_{\text{СК}} = 14 + 0,05 \times 280 = 28 \text{ В},$$

$$U_{\text{СЗ}} = 14 + 0,05 \times 300 = 29 \text{ В}.$$

Расход защитного газа $\text{Ar} + \text{CO}_2$ для соответствующих проходов [19]:

$$q_{\text{зг}} = 3,3 \times 10^{-3} \times I_c^{0,75}, \quad (3.14)$$

$$q_{\text{згк}} = 3,3 \times 10^{-3} \times 280^{0,75} = 0,209 \frac{\text{л}}{\text{с}} = 12 \frac{\text{л}}{\text{мин}},$$

$$q_{\text{згз}} = 3,3 \times 10^{-3} \times 300^{0,75} = 0,216 \frac{\text{л}}{\text{с}} = 13 \frac{\text{л}}{\text{мин}}.$$

Полученные результаты сведем в таблицу 3.13:

Таблица 3.13 Режимы сварки в $Ar + CO_2$

Толщина металла, мм.	Диаметр проволоки, мм.	Сварочный ток, А	U , В.	Скорость сварки, м/ч.	Расход $Ar + CO_2$, л/мин.	$n_{пр}$
18	1,2	280-300	28-29	3-6	12-13	6

Аналогично рассчитаем остальные швы и запишем их в таблицу 3.14 и 3.15. Применим для сварки сварочную проволоку диаметром 1,2 мм, так как проволока такого диаметра считается оптимальной для выполнения процесса сварки.

Таблица 3.14 – Режимы сварки в $Ar + CO_2$

№ шва	Тип шва	$d_{эп}$, мм	V_c , м/ч	I_c , А	U_c , В	l_b , мм	Расход газа, л/мин	N
1	У4 - $\nabla 15$	1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	15-17	4
2	Т6	1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	15-17	9
3	С8	1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	15-17	10
4	С12	1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	15-17	11
5	Н1 - $\nabla 18$	1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	15-17	6
6	Нест.	1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	15-17	4
7	Нест.	1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	15-17	3
9	Нест.	1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	15-17	5

Таблица 3.15 – Режимы сварки под слоем флюса

№ шва	Тип шва	$d_{эп}$, мм	V_c , м/ч	I_c , А	U_c , В	l_b , мм	N
8	Нест.	5	7,2	790-800	37-38	60	12

3.3 Выбор основного оборудования

Выбираем источники сварочного тока и сварочный аппарат для механизированной сварки. Для импульсной сварка в защитном газе газа плавящимся электродом нужен источник тока, обеспечивающий ток сварки $I_c=280-300$ А, напряжение сварки $U=28-29$ В . Согласно требуемым условиям выбираем аппарат *POWER WAVE® S500 CE* [24] совместно с механизмом подачи проволоки *Lincoln Electric LF-45* [25] и модулем *Power Wave®* [26]. Технические характеристики аппарата *POWER WAVE® S500 CE* показаны в таблице 3.16.

Таблица 3.16 – Технические характеристики аппарата *POWER WAVE® S500 CE* [24]

Наименование параметра	Значение
Сеть питания	230/400/3/50-60
Номинальная мощность	500А/39В при 60% 450А/36.5В при 100%
Потребляемый ток	90/60А
Диапазон сварочного тока	5-550А DC
Габаритные размеры (ВхШхГ)	571 мм х 355 мм х 630 мм
Вес нетто	68 кг

Отличные результаты, модульная конфигурация.

Аппараты *Power Wave® S500 CE* разрабатывались в соответствии с модульной концепцией, благодаря которой каждый потребитель может подобрать оптимальную конфигурацию для собственных задач. Благодаря соединению *Arclink* эти аппараты обладают сетевыми возможностями, которые позволяют подключить их к любым механизмам подачи проволоки – от *LF45* до *PF10M* [24].

Многозадачность – неограниченный выбор стандартных, импульсных и высокотехнологичных процессов сварки с возможностью установки дополнительного оборудования для процессов сварки *STT®* и *Rapid X*. Более 100 предустановленных режимов.

Ethernet в стандартной комплектации с возможностью установки бесплатных программных пакетов *Power Wave® Manager*, *Check Point* и *Production Monitoring* на отдельно взятое устройство или сеть из нескольких машин.

Бесплатное обновление ПО – благодаря которому каждое устройство *Power Wave®* может работать по самым последним алгоритмам. Благодаря этому прошедшее апгрейд устройство сможет работать так же хорошо, как и абсолютно новое.

Надежность с гарантией необходимого вылета электрода при завершении сварки без риска застывания в сварочной ванне.

Большие, удобные переключатели – аппараты сконструированы по промышленным стандартам *Lincoln Electric* для эксплуатации в помещениях и под открытым небом, а также работы в тяжелых погодных условиях [24].

Технические характеристики механизма подачи проволоки *Lincoln Electric LF-45* показаны в таблице 3.17.

Таблица 3.17 – Технические характеристики механизма подачи проволоки *Lincoln Electric LF-45* [25]

Напряжение питания	Диапазон рег. скорости подачи (м/мм)	Диаметр проволоки (Сплошная)	Габариты, мм	Вес, кг
34-44 В	1-20	0,8 1,6	440x275x636	17

Механизм *LF 45* основан на модели *LF33*. Он предназначен для эксплуатации в самых экстремальных условиях. Эти механизмы подачи

отличаются своей прочностью, компактностью и простотой в применении. Устройства получили надежный защитный корпус для применения в самых тяжелых промышленных условиях. В стандартную комплектацию также входит транспортировочная тележка. Механизмы совместимы с кассетами *D300* (15 кг) и *D200* (5 кг) [25].

Компактные, надежные и простые в обращении – оснащены цифровыми датчиками с яркими экранами. Система из четырех приводных роликов с мощным двигателем. Дистанционное управление – регулировка параметров сварки с горелки (режим, скорость подачи). В стандартный набор функций входят горячий/мягкий старт и заварка кратеров [25].

Технические характеристики модуля *Power Wave*® показаны в таблице 3.18.

Таблица 3.18 – Технические характеристики модуля *Power Wave*® [26]

Наименование параметра	Значение
Сеть питания	40В, пост. т.
Номинальная мощность	300А/32В/100% 350А/34В/40%
Габаритные размеры (ВхШхГ)	292,1 мм х 355,6 мм х 635 мм
Вес нетто	32 кг

Усовершенствованный модуль *Power Wave*® способен намного расширить возможности сварки. В частности, модуль позволяет вести сварку алюминия на переменном токе (АС). Модуль позволяет пользоваться несколькими процессами сварки на переменном токе с точным контролем формы волны – сварки покрытым электродом, в среде защитного инертного газа (*MIG*), импульсной дугой (*Pulsed MIG*), аргонодуговой сварки вольфрамовым электродом (*TIG*) и с переносом металла силами поверхностного натяжения (*STT*).

Advanced Module для *Power Wave* обеспечивает поддержку многих режимов сварки: на токе прямой (*DC-*) и обратной полярности (*DC+*), переменном токе, аргонодуговой сварки высокочастотной дугой и с переносом металла силами поверхностного натяжения (*STT*).

Встроенный кабель управления – упрощает подключение к совместимым моделям *Power Wave*.

Система креплений позволяет быстро и надежно присоединить модуль к источнику питания.

Соответствие стандарту электробезопасности (*IP23*) – позволяет использовать устройство под открытым небом.

Защита от попадания внутрь объектов диаметром больше 12 мм, а также потоков воды с любого направления под углом до 60° от вертикали.

Поддержка цифрового протокола *ArcLink®* – позволяет источнику питания получать данные о ходе сварки и оперативно давать корректирующие команды.

Умная защита – предотвращает возможные неполадки из-за отключения питания и скачков напряжения.

Регулировка скорости вращения вентилятора в соответствии с нагрузкой источника питания [26].

Для сварки под слоем флюса плавящимся электродом нужен источник тока, обеспечивающий ток сварки $I_c = 790-800$ А, напряжение сварки $U = 37-38$ В. Согласно требуемым условиям выбираем сварочный источник *Aristo® 1000 AC/DC* [27], сварочная головка *ESAB A6S Arc Master* [28] и консольная сварочная колонна *WKBS 3×2* [29]. Их технические характеристики представлены в таблицах 3.19, 3.20 и 3.21.

Таблица 3.19 – Технические характеристики сварочного источника *Aristo*® 1000 AC/DC [27]

Наименование параметра	Значение
Диапазон установок	86-57А
Плавкий предохранитель	63-100 А
Коэффициент мощности	0.93
КПД	88 %
Макс. нагрузка	1000/44V А
Напряжение холостого хода	126 VDC
ПВ	100 %
Питание от сети	380-575 V
Фазы	3
Частота	50/60 Hz
Габаритные размеры (ВхШхГ)	1320 мм x 865 мм x 610 мм

Сварочный источник *Aristo*® 1000 AC/DC разработан на базе уникальных запатентованных технологий для обеспечения наилучших сварочных характеристик при минимальном расходе электроэнергии. В результате, этот источник позволяет выполнять большой объем сварки на единицу расхода электроэнергии. *Aristo*® 1000 AC/DC предназначен для работы с цифровым контроллером РЕК и с надежными механизмами подачи проволоки А2/А6.

Преимущества [27].

Универсальный инвертор – подключается к трехфазной сети напряжением от 380 до 575 В, 50 или 60 Гц.

Установки сварки переменным током

Моделирование Профиля Шва (*Bead Profile Modelling*™ – запатентованная функция) *Aristo* 1000 AC/DC обеспечивает полное управление установками сварочных параметров для сварки на переменном токе. Путем установки частоты переменного тока, баланса и симметричности формы

колебаний можно оптимизировать глубину проплавления, величину тепловложений, скорость наплавки, стабильность дуги и кристаллизацию расплава, требуемые для конкретных условий сварки.

Быстрый переход с постоянного на переменный ток.

Уменьшение времени простоя и снижение дефектов сварки. Переход от сварки на постоянном токе на сварку на переменном токе осуществляется простым нажатием кнопки без остановки процесса – «на лету» («*the fly*» – запатентованная функция).

Возможность увеличения мощности.

При необходимости увеличить сварочный ток два источника Aristo® 1000 AC/DC можно легко соединить для синхронизированной параллельной работы. Источник предназначен для производств с тяжелыми режимами работы. Класс защиты - IP 23.

Длинные сварочные кабели.

Запатентованная технология *Cable Boost*TM позволяет накапливать энергию и при необходимости немедленно выдает дополнительно до 450% энергии. *Cable Boost* позволяет увеличить предельную длину сварочных кабелей более чем в два раза без ухудшения качества сварки.

Экологичность конструкции.

Технология *Cable Boost*TM уменьшает также затраты энергии. Индуктивная энергия, накапливаемая в сварочных кабелях, дополнительно используется в сварочном процессе вместо того чтобы расходоваться на бесполезный нагрев кабелей и потерю энергии. Дистанционное управления функцией вкл/выкл (*on/off*) – другая возможность экономить электроэнергию. Несколько сварочных источников, расположенных на удалении, могут управляться дистанционно и легко выключаться для экономии электроэнергии. Отдача мощности и меньшее потребление тока. Последние достижения технологии и запатентованные изобретения, примененные в Aristo® 1000 AC/DC, сводят потери к минимуму. В конструкции источника применены только

современные энергосберегающие компоненты, что снижает стоимость установки и эксплуатации [27].

Таблица 3.20 – Технические характеристики сварочной головки *ESAB A6S Arc Master* [28]

Технические характеристики	Передаточное число 156:1	Передаточное число 74:1
Макс. скорость подачи проволоки, м/мин	0,2-4,0	0,2-4,0
Диаметр проволоки, одинарная, мм	3,0-6,0	1,6-4,0
Диаметр проволоки, двойная, мм	2x2,0-2x3,0	2x1,6-2x2,5
Трубчатая проволока, одинарная, мм	3,0-4,0	1,6-4,0
Длина хода линейных слайдеров (ручных), мм	90	90
Длина хода линейных слайдеров (моторизированных), мм	300	300
Поворотный слайдер	$\pm 180^\circ$	$\pm 180^\circ$
Механизм спрямления проволоки	$\pm 45^\circ$	$\pm 45^\circ$
Допустимая нагрузка при ПВ 100%, А	1500	1500

Сварочная головка *ESAB A6S Arc Master* С блоками управления РЕК А2/А6 – гибкость и высокие стандарты качества:

- гибкость, надежность и превосходная работоспособность;
- широкий ассортимент компонентов и модулей позволяет легко адаптировать систему для выполнения конкретных работ;
- двигатель А6 *VEC* для надежной и стабильной проволоки;
- точное простое слежение по стыку с помощью ручных или моторизованных слайдеров и систем управления и позиционирования *PAV* или автоматической системы слежения за стыком *GMH*;
- подходит для тяжелых режимов сварки в среде защитных газов (*GMAW*), дуговой сварки под флюсом одной/двумя проволоками (*SAW*), а также

для наплавки лентой и сварки по технологии *Integrated Cold Electrode (ICE)* с использованием дополнительного оборудования;

- блок управления РЕК А2/А6 для быстрой и точной предварительной настройки всех параметров перед началом сварки;
- система обратной связи обеспечивает высокое и стабильное качество сварки, что экономит время и материалы;
- сварочные головки могут быть оснащены стандартным устройством подачи проволоки (передаточное число 156:1) или высокоскоростным устройством подачи проволоки (передаточное число 74:1);
- 28 базовых комплектаций с блоками управления РЕК А2/А6.

Таблица 3.21 – Технические характеристики консольной сварочной колонны *WKBS 3×2* [29]

Наименование параметра	Значение
Макс. грузоподъёмность (кг)	300
Мин. высота подъёма консоли (мм)	680
Макс. высота подъёма консоли (мм)	3830
Общая высота (мм)	5125
Мин. вылет консоли (мм)	560
Макс. вылет консоли (мм)	2560
Колея рельсовых колёс (мм)	1600
Скорость подъёма консоли (мм/мин)	2000
Скорость выдвижения консоли (мм/мин)	230-2300
Скорость перемещения колонны (мм/мин)	2000
Угол поворота колонны (°)	270
Привод подъёма консоли (кВт)	0,37
Привод выдвижения консоли (кВт)	0,25
Масса (кг)	1900

Сварочные колонны предназначены для создания необходимых условий для сварки продольных или кольцевых швов на цилиндрических изделиях. Применение сварочных колонн повышает качество сварки благодаря полностью автоматизированным производственным технологиям. Использование сварочных колонн сокращает время сварки и делает работу оператора проще; работа может продолжаться дольше, чем при ручной сварке [29].

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 рештака применяются: приспособления сборочно-сварочные ФЮРА.000001.177.00.000 СБ (разработанное), одно служит для легкой установки и фиксации деталей, а второе с кантователем для удобного доступа к месту сварки. Спецификация приспособления сборочно-сварочного приведена в приложении Б.

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

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

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

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

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

С учетом принятого способа сварки, максимальные сборочные зазоры для разных узлов, составляют 0-1 мм.

Сварка является одной из основных операций изготовления сварочного изделия. Она осуществляется в соответствии с технической документации 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.

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

На листе плакате ФЮРА.000007.177 ЛП представлена технологическая схема сборки рештака. На рисунке 3.2 показана технологическая схема изготовления рештака.

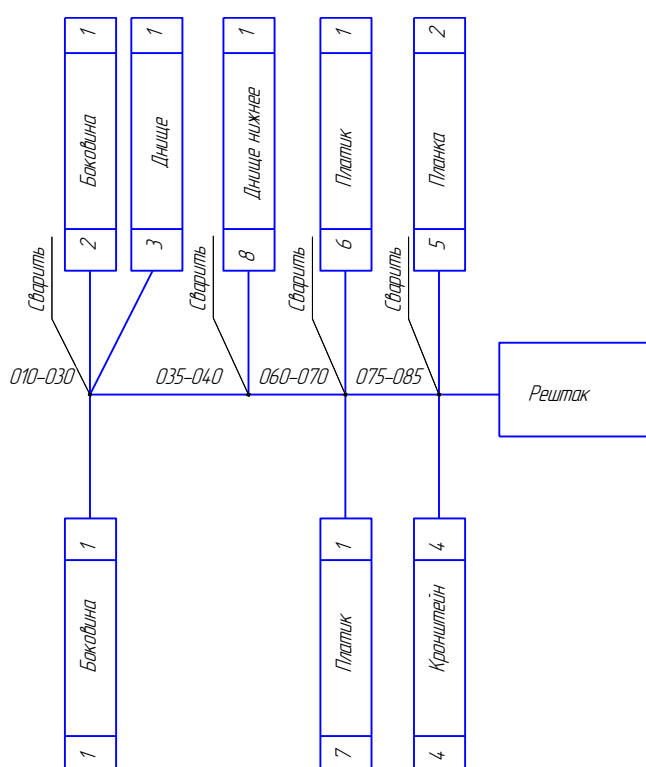


Рисунок 3.2 – Технологическая схема изготовления рештака

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 [30].

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 бывают наружные, внутренние и сквозные.

Дефекты формы и размеров шва:

- неполномерность швов;
- неравномерность шва;
- несимметричность шва;
- бугристость шва;
- грибовидность;
- боковые выплески металла;
- подрезы шва;
- наплывы;
- прожоги.

Дефекты, нарушающие сплошность сварных соединений:

- непровары;
- трещины;
- поры;
- шлаковые включения.

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

При изготовлении рештака применяется визуальный и измерительный контроль сварных швов. Внешним осмотром выявляют несоответствие шва геометрическим размерам, наплывы, подрезы, глубокие кратеры, прожоги, трещины, непровары, свищи и поры и т.д. [30].

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:

- визуально измерительным контролем с проверкой геометрических размеров и формы швов в объеме 100%.

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

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

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

Выборочному контролю швов сварных соединений, качество которых согласно проекту, требуется проверять неразрушающими физическими методами, должны подлежать участки, где наружным осмотром выявлены дефекты, а также участки пересечения швов. Длина контролируемого участка не менее 100 мм [30].

При изготовлении рештака 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 визуального и измерительного контроля:

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

Для ВИК применяются, штангенциркуль, лупа, шаблон Ушерова-Маршака, УШК-1, шаблон 136-3412.

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 [31].

Разработка технологических процессов включает [31]:

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 [31]:

- 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 рештака начинается со сборки и сварки основных составляющих на приспособлении сборочно-сварочном (операции 010-040), на приспособление устанавливаются боковины, поз. 1 и поз. 2, днище поз. 3, зажимаются прижимами, прихватываются и свариваются. Затем изделие для проверки стыкуется на роликовом стенде с другими рештаками (операция 045). После этого помещается на сварочное приспособление с кантователем, где устанавливаются платики поз. 6 и поз. 7, кронштейн поз. 4 (4 шт.) и планка поз. 5 (2 шт.), производится сварка, кантовка (операция 050-085). Далее выполняется слесарная обработка и контроль (операции 090-095).

Технологический процесс производства рештака 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 [32]:

$$T_{Ш} = T_{Н.Ш-К} \times L + t_{В.И}. \quad (3.15)$$

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:

$$T_{Н.Ш-К} = (T_O + t_{В.Ш}) \times \left(1 + \frac{a_{обс.} + a_{отл.} + a_{н-э}}{100}\right), \quad (3.16)$$

где, T_O – основное время сварки;

$t_{В.Ш}$ – вспомогательное время, зависящее от длины сварного шва.

$$T_O = \frac{60}{V_{СВ}} \times n. \quad (3.17)$$

$$T_O = \frac{60}{7,5} \times 6 = 50 \text{ мин.}$$

Определим время на операцию 010

Масса детали поз. 1 $m_1=271$ кг; установка изделия кран-балкой на приспособление $t_1= 1,9$ мин.; масса детали поз. 2 $m_2=271$ кг; установка детали кран-балкой на приспособление $t_2=1,9$ мин.; масса детали поз. 3 $m_3=347$ кг; установка детали кран-балкой на приспособление $t_3=2$ мин.

$$t_{в.и} = 1,9+1,9+2= 5,8 \text{ мин.}$$

Определим время на операцию 015

Предварительный подогрев $t_1= 26$ мин.; установка рельс и сварочного трактора $t_2=2,5$ мин.; снятие рельс и сварочного трактора $t_3=2,5$ мин.; отпуск $t_4=26$ мин.

$$1) \quad t_{в.и} = 26+26=52 \text{ мин.},$$

$$2) \quad T_{Н.Ш-К} = (50 + 0,75) \times \left(1 + \frac{15}{100}\right) = 58,36 \text{ мин.},$$

$$3) \quad T_{Ш} = 58,36 \times 3 + 52 = 227,09 \text{ мин.}$$

Аналогично рассчитаем другие операции. Данные расчетов сводим в таблицу 3.21.

Таблица 3.22 – Нормы штучного времени технологических процессов изготовления рештака

№ опер.	Наименование операции	T _{шт} , мин.
005	Комплектовочная	-
010	Слесарно-сборочная	5,8
020	Сварочная	227,09
025	Слесарно-сборочная	34,8
030	Сварочная	227,09
035	Слесарно-сборочная	14
040	Сварочная	3,6
045	Слесарная	32
050	Слесарная	4
060	Сборка	0,52
065	Сварочная	1,2
070	Сварочная	300,84
075	Сборка	5,6
080	Сварочная	7,2
085	Сварочная	265,09
090	Слесарная	51,7
095	Контроль	37
Итого:		1217,52

3.9 Материальное нормирование

3.9.1 Расход металла

Количество металла, идущего на изготовление изделия определяем по формуле:

$$m_m = m \times m_o, \quad (3.18)$$

где m – вес одного изделия, кг;

m_o – коэффициент отходов, $m_o = 1,3$;

$$m_m = 1424 \times 1,3 = 1851 \text{ кг},$$

3.9.2 Расход сварочной проволоки

Расчет расхода сварочной проволоки [19]:

$$M_{ЭП} = K_{р.п.} \times (1 + \psi_p) \cdot M_{н.о.}, \quad (3.19)$$

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:

$$M_{ЭП} = 1,03 \times (1 + 0,1) \times 28,382 = 32,156 \text{ кг}.$$

Для проволоки Св-18ХГС:

$$M_{ЭП} = 1,03 \times (1 + 0,0) \times 9,891 = 10,188 \text{ кг}.$$

3.9.3 Расход защитного газа

Расчет защитного газа произведем по формуле [19]:

$$Q_{з.г.} = q_{з.г.} \times t_c, \quad (3.20)$$

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

$$Q_{з.г.} = 17 \times 419,73 = 7135 \text{ л.}$$

3.9.4 Расчет расхода и затрат на сварочный флюс

Расход сварочного флюса можно определить через расход сварочной проволоки по формуле:

$$M_{\phi} = K_{р.ф.} \times M_{эп}, \quad (3.21)$$

где $K_{р.ф.}$ - коэффициент расхода флюса, $K_{р.ф.} = 1,1 \dots 1,3$; принимаем $K_{р.ф.} = 1,2$.

$$M_{\phi} = 1,2 \times 10,188 = 12,225 \text{ кг.}$$

Затраты на сварочный флюс определим по формуле [19]:

$$З_{\phi} = Q_{\phi} \times Ц_{\phi}, \quad (3.22)$$

где $Ц_{\phi}$ - цена флюса, руб/кг; $Ц_{\phi} = 125,84$ руб/кг

$$З_{\phi} = 12,225 \times 125,84 = 1538,43 \text{ (руб.)}$$

3.9.5 Расход электроэнергии

Расход технологической электроэнергии производим по формуле [19]:

$$W_{ТЭ} = \sum \left(\frac{U_c \times I_c \times t_c}{\eta_v} \right) + P_x \times \left(\frac{t_c}{K_v} - t_c \right), \quad (3.23)$$

где U_c, I_c – электрические параметры режима сварки;

t_c – основное время сварки шва;

η_v – КПД источника сварочного тока;

P_x – мощность холостого хода источника;

Затраты на технологическую электроэнергию определим по формуле:

$$Z_{ТЭ} = W_{ТЭ} \times Ц_{Э.Э.}, \quad (3.24)$$

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

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

$$W_{ТЭ} = \frac{29 \times 300 \times 6,995}{0,82} + \frac{38 \times 800 \times 5,836}{0,82} + 0,4 \times \left(\frac{12,832}{0,7} - 12,832 \right) = 290591 \text{ Вт} \times \text{ч},$$

$$Z_{ТЭ} = 290,591 \times 5,63 = 1636,02 \text{ руб.}$$

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 [34].

Приспособление сборочно-сварочное.

При изготовлении рештака используются приспособление, на котором используются пневмоприжимы, упоры, рычажные фиксаторы и винтовые прижимы для фиксации свариваемых сборочной единицы.

Приспособление служит для фиксации боковин поз. 1 и поз. 2, днища поз. 3. Боковины поз. 1 и поз. 2 выставляются по упорам, расположенным на площадке поз. 2. Днище поз. 3 укладывается на стойки поз. 4. Установленные детали прижимаются к упорам поз. 3 пневмоприжимами поз. 1. От выдавливания днище поз. 3 удерживают винтовые прижимы поз. 6, установленные на оси поз. 14. Размеры 1022⁻² и 1018⁺² обеспечиваются упорами поз. 8.

4.2 Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений

В приспособлении ФЮРА.000001.177.00.000 СБ используются пневмоприжимы для фиксации свариваемых деталей сборочной единицы. Рассчитаем пневматический цилиндр.

Основными размерами пневматических цилиндров являются внутренний диаметр цилиндра D и ход штока [35].

Рассчитаем (предлагаемый) пневмоцилиндр 80×100 СТП406-3428-75.

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

Площадь штока пневмоцилиндра:

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

где d – диаметр штока, мм, $d = 25$ мм;

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

Площадь пневмоцилиндра:

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

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

$$S = S_{\text{пц}} + S_{\text{ш}} = 5024 - 4533 = 491 \text{ мм}^2.$$

Давление в пневмоцилиндре [24]:

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

где F – усилие на штоке пневмоцилиндра, кгс,

для предлагаемого $F = 278$ кгс [24];

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

Скорость перемещения поршня цилиндра [23]:

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

где L – длина хода, мм;

t – время срабатывания цилиндра, с, $t = 5$ с [24];

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

Расход сжатого воздуха [24]:

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

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

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 [36].

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 [36].

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 [31].

5.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования

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

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

Φ_D – действительный фонд рабочего времени, ч.;

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

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

T – длительность одной операции, мин.

Так как операции 010-040 выполняются на одном рабочем месте, их расчет произведем одновременно.

$$T_r = 500 \times \frac{5,8 + 277,09 + 34,8 + 277,09 + 14 + 3,6}{60} = 4270 \text{ ч.},$$

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

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

$$n_p = \frac{4270}{3762} = 1,14,$$

округляем n_p в большую сторону и принимаем $n_p = 2$.

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n'_p} = \frac{1,14}{2} = 0,57.$$

Расчет операции 045.

$$T_r = 500 \times \frac{32}{60} = 267 \text{ ч.},$$

$$n_p = \frac{267}{3762} = 0,07,$$

округляем n_p в большую сторону и принимаем $n_p = 1$.

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n'_p} = \frac{0,07}{1} = 0,07.$$

Так как операции 050-085 выполняются на одном рабочем месте, их расчет произведем одновременно.

$$T_r = 500 \times \frac{4 + 0,52 + 1,2 + 300,84 + 5,6 + 7,2 + 265,09}{60} = 4870 \text{ ч.},$$

$$n_p = \frac{4870}{3762} = 1,29,$$

округляем n_p в большую сторону и принимаем $n_p = 2$.

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n'_p} = \frac{1,29}{2} = 0,65.$$

Так как операции 090-095 выполняются на одном рабочем месте, их расчет произведем одновременно.

$$T_r = 500 \times \frac{51,7 + 37}{60} = 739 \text{ ч.},$$

$$n_p = \frac{739}{3762} = 0,2,$$

округляем n_p в большую сторону и принимаем $n_p = 1$.

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n'_p} = \frac{0,2}{1} = 0,2.$$

5.2.2 Определение состава и численности рабочих

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

$$\Sigma T_r = 4270 + 267 + 4870 + 739 = 10146 \text{ ч.}$$

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:

$$P_{СП} = \frac{T_R}{\Phi_D} = \frac{10146}{1738} = 5,83. \quad (5.3)$$

Примем число сварщиков равным $P_{ЯВ} = 6$. В первую смену работает 4 человек, а во вторую смену работает по 2 человека.

Определим количество рабочих списочных:

$$P_{\text{СП}} = \frac{T_{\text{R}}}{\Phi_{\text{д}}} = \frac{19236}{1734} = 11,09. \quad (5.4)$$

Примем число сварщиков равным $P_{\text{СП}} = 6$.

Вспомогательных рабочих (25% от количества основных рабочих) – 2;

ИТР (8% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1;

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 [36].

Для проектируемого участка сборки и сварки рештака принимаем схему компоновки производственного процесса с продольно-поперечным направлением производственного потока. Направление производственного

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

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 рештака конвейера забойного скребкового ПСН-3100.

Рештак - металлический желоб качающегося или скребкового конвейера, применяемого в горном деле. Рештак конвейера забойного скребкового ПСН-3100 является сложной коробчатой сварной конструкцией. Рештак является одним из основных элементов перегружателя ПСН-3100. Рештаки расположены между секцией переходной и рамой концевой и соединяются между собой в «цепочку» посредством технологических пальцев и болтового соединения. К стенкам рештаков прикреплены борта кабелеукладчиков. Количество рештаков в перегружателе варьируется в зависимости от длины лавы и определяется предложением заказчика.

Показатель приведенных затрат является обобщающим показателем.

В разработанном технологическом процессе применим сборочно-сварочное приспособление ФЮРА.000001.177.00.000 СБ, на котором имеются

пневмоприжимы, упоры, рычажные фиксаторы и винтовые прижимы для фиксации свариваемых сборочной единицы.

Применим российское сварочное оборудование: аппарат *POWER WAVE® S500 CE* [24] совместно с механизмом подачи проволоки Lincoln Electric LF-45 [25] и модулем *Power Wave®* [26], сварочный источник *Aristo® 1000 AC/DC* [27], сварочная головка *ESAB A6S Arc Master* [28] и консольная сварочная колонна *WKBS 3×2* [29].

Проведем технико-экономический анализ разработанного технологического процесса. Нормы штучного времени разработанного технологического процесса изготовления рештака приведены в таблице 3.21.

Определение приведенных затрат производят по формуле [37]:

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

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

$E_{\text{н}}$ – 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 [37]:

$$K = K_0 + K_{\text{п}} + K_{\text{п.о.}} + K_{\text{зд}}, \quad (6.2)$$

где K_0 – стоимость сварочного оборудования;

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

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

$K_{\text{зд}}$ – 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 [31]:

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

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

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

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

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

Таблица 6.1 – Оптовые цены на сварочное оборудование [38,39,40,41,28]

Наименование оборудования	Ц _о , руб
<i>POWER WAVE® S500 CE</i> 2 шт.	1309024
<i>Lincoln Electric LF-45</i> 2 шт.	78000
Модуль <i>Power Wave®</i> 2 шт.	370497
<i>Aristo® 1000 AC/DC</i> 2 шт.	2157820
<i>ESAB A6S Arc Master</i> 2 шт.	950000
Колонна <i>WKBS, WICON</i> 2 шт.	1200000

$$K_{co} = (2157820 + 78000 + 370497) \times 2 \times 0,567 = 1994796 \text{ руб.} \times \text{год.}$$

$$K_{co} = (1309024 + 950000 + 1200000) \times 2 \times 0,673 = 5576904 \text{ руб.} \times \text{год.}$$

Капитальные вложения в сварочное оборудование даны в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Капитальные вложения в сварочное оборудование

Наименование оборудования	К _{со} , руб. · год
<i>POWER WAVE® S500 CE</i> 2 шт.	1994796
<i>Lincoln Electric LF-45</i> 2 шт.	
Модуль <i>Power Wave®</i> 2 шт.	
<i>Aristo® 1000 AC/DC</i> 2 шт.	5576904
<i>ESAB A6S Arc Master</i> 2 шт.	
Колонна <i>WKBS, WICON</i> 2 шт.	
Итого	7571690

Капитальные вложения в приспособления найдем по формуле [31]:

$$K_{\text{ПР}} = \sum_{j=1}^m K_{\text{ПР}j} \times \Pi_j \times \mu_{nj}, \quad (6.4)$$

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

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

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

$$K_{\text{ПР}} = 343500 \times 2 \times 0,567 = 389872 \text{ руб. · год.}$$

$$K_{\text{ПР}} = 254000 \times 1 \times 0,071 = 17983 \text{ руб. · год.}$$

$$K_{\text{ПР}} = 315780 \times 2 \times 0,647 = 407929 \text{ руб. · год.}$$

$$K_{\text{ПР}} = 94000 \times 1 \times 0,196 = 18471 \text{ руб. · год.}$$

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.000001.177.00.000 СБ	343500	2	389872
Роликовый стенд	254000	1	17983
Приспособление с кантователем	315780	2	407929
Плита слесарная	94000	1	18471
ИТОГО			835055

6.2.1.2 Капитальные вложения в подъемно-транспортное оборудование

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

$$K_{п.о.} = C_{п.о.} \times n_{п.о.}, \quad (6.5)$$

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

$n_{п.о.}$ – количество подъемно-транспортного оборудования, ед.

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

6.2.1.3 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями

Капитальные вложения в здание определяется по формуле [37]:

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

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

Для предлагаемого технологического процесса: $S = 134 \text{ м}^2$,

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

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

$\Pi_{зд}$ – стоимость 1м³ здания на 01.01.2021 составляет, $\Pi_{зд}=94$ руб/м³.

$$K_{здn}=194,03 \times 1 \times 12 \cdot 94=218866 \text{ руб.}$$

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:

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

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_n – затраты на содержание помещения, руб.

6.2.2.1 Определение затрат на основные материалы

Затраты на металл, идущий на изготовление изделия определяем по формуле [31]:

$$C_m = m_m \times k_{m.z.} \times C_m - H_0 \times C_0 \text{ руб./изд.}, \quad (6.8)$$

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

C_m – средняя оптовая цена стали 14ХГ2САФД, 10ХСНД, 30ХГСФЛ, Ст3пс, на 01.01.2021, руб./кг:

- для стали 14ХГ2САФД $C_m=40,63$ руб./кг, при $m_m = 725,2 \times 1,3 = 942,76$ кг.;

- для стали 10ХСНД $C_m=94,5$ руб./кг, при $m_m = 1 \times 1,3 = 1,3$ кг.;

- для стали Ст3пс $C_m = 30$ руб./кг, при $m_m = 9,8 \times 1,3 = 12,74$ кг;

- для стали 30ХГСФЛ $C_m = 73,78$ руб./кг, при $m_m = 688 \times 1,3 = 884,4$ кг;

$k_{m.z.}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении материалов $k_{m.z.}=1,04$ [31].

H_0 – норма возвратных отходов, $H_0 = m_m \times 0,3 = 725,2 \times 0,3 + 1 \times 0,3 + 9,8 \times 0,3 + 688 \times 0,3 = 427,2$ кг/шт;

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

Коэффициент потерь материала на отходы составляет 1,3 [33].

$$C_m = 1,04 \times (942,76 \times 40,63 + 1,3 \times 94,5 + 12,74 \times 30 + 884,4 \times 73,78) - 427,2 \times 20 = \\ = 100446,15 \text{ руб./изд.}$$

6.2.2.2 Определение затрат на сварочные материалы

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле [37]:

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

где G_d – масса наплавленного металла электродной проволоки и электродов, кг:

$G_d = 28,382$ кг – для проволоки Св-08Г2С-О и $G_d = 9,891$ кг – для проволоки Св-18ХГС для предлагаемого технологического процесса;

k_{nd} – коэффициент, учитывающий расход сварочной проволоки (электрода) [16], $k_{p-п.с.} = 1,03$;

ψ_p – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки [16], $\psi_p = 1,01 \dots 1,15$, принимаем $\psi_p = 1,1$;

$\Pi_{п. с1} = 169$ – стоимость сварочной проволоки Св-08Г2С-О, $\Pi_{п. с2} = 167,9$ – стоимость сварочной проволоки Св-18ХГС, руб/кг на 01.01.2021.

$$C_{п.спредл.} = (28,382 \times 169) \times 1,03 \times 1,1 + (9,891 \times 167,9) \times 1,03 \times 1,0 = 7145,02 \text{ руб.}$$

Затраты на защитную смесь газов определяем по формуле [37]:

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

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

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

T_o – основное время сварки в смеси газов, ч., $T_o = 6,995$ ч.

$$C_{з. г.} = 1,02 \times 62,52 \times 6,995 = 445,39 \text{ руб/изд.}$$

Расчет расхода и затрат на сварочный флюс.

Расход сварочного флюса можно определить через расход сварочной проволоки по формуле:

$$M_{\phi} = K_{р\phi} \times M_{эп}, \quad (6.11)$$

где $K_{р\phi}$ – коэффициент расхода флюса, $K_{р\phi} = 1,1 \dots 1,3$; принимаем $K_{р\phi} = 1,2$.

$$M_{\phi} = 1,2 \times 10,188 = 12,225 \text{ кг.}$$

Затраты на сварочный флюс определим по формуле [19]:

$$C_{\phi} = M_{\phi} \times \Pi_{\phi}, \quad (6.12)$$

где Π_{ϕ} – цена флюса, руб/кг; $\Pi_{\phi} = 125,84 \text{ руб/кг}$

$$C_{\phi} = 12,225 \times 125,84 = 1538,43 \text{ (руб.)}$$

6.2.2.3 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле [37]:

$$C_3 = t_k \times \text{ЧТС} \times K_{\text{доп}} \times K_{\text{д.з.}} \times K_c, \quad (6.13)$$

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

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

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

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

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

$$C_3 = 20,29 \times 74,85 \times 1,4 \times 1,2 \times 1,3 = 4312,35 \text{ руб/изд.}$$

6.2.2.4 Определение затрат на заработную плату вспомогательных рабочих

Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле:

$$C_{\text{з.п.всп.р}} = \sum_{j=1}^k \text{ТС}_j \times \text{ЧТС}_{\text{врj}} \times \frac{F_{\text{д}}}{12} \times K_{\text{д}} \times K_{\text{пр}} \times K_{\text{рай}} \times K_c, \quad (6.14)$$

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:

$$C_{з.п.слесарей} = 63,62 \times 2 \times \frac{1769}{12} \times 1,20 \times 1,4 \times 1,3 \times 1,3 = 53255,72 \frac{\text{руб}}{\text{изд}},$$

Затраты на заработную плату контролеров ОТК:

$$C_{з.п.отк} = 156 \times 1 \times \frac{1769}{12} \times 1,2 \times 1,4 \times 1,3 \times 1,3 = 65293,08 \frac{\text{руб}}{\text{изд}},$$

Затраты на заработную плату МОП:

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

$$\begin{aligned} C_{зп.вс.р} &= C_{зп.слесарей} + C_{зп.отк} + C_{зп.моп} = 53255,72 + 65293,08 + 23786,64 = \\ &= 142305,44 \text{ руб.} \end{aligned} \quad (6.15)$$

6.2.2.5 Заработная плата административно-управленческого персонала

Затраты на заработную плату административно-управленческого рассчитываем по формуле:

$$C_{з.п.ауп} = C_{зуп} \times Ч_{ауп} \times 12 \times K_d \times K_{пр} \times K_{рай} \times K_c, \quad (6.16)$$

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 [37]:

$$C_{э. с.} = W_{тэ} \times Ц_{э}, \quad (6.17)$$

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

Расход технологической электроэнергии найдем по формуле [16]:

$$W_{тэ} = \sum \left(\frac{U_c \times I_c \times t_c}{\eta_u} \right) + P_x \times \left(\frac{t_c}{K_u} - t_c \right), \quad (6.18)$$

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 [16]).

Расход технологической электроэнергии (расчитано в подзаголовке 3.9.4)

$W_{тэ} = 290,591$ кВт.

$$C_{э. с.} = 290,591 \times 5,63 = 1636,03 \text{ руб.}$$

6.2.2.7 Определение затрат на сжатый воздух

Затраты на сжатый воздух определяется по формуле [37]:

$$C_{возд} = g_{возд}^{ЭН} \times k_{тп} \times Ц_{возд}, \text{ руб./изд}, \quad (6.19)$$

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

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

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:

$$C_{\text{об}} = \frac{K_o \times n_o}{T_o \times N_z} + \frac{K_{\text{п}} \times n_{\text{п}}}{T_{\text{п}} \times N_z} + \frac{K_{\text{п.о}} \times n_{\text{п.о}}}{T_{\text{п.о}} \times N_z}, \quad (6.20)$$

где K_o – стоимость основного сварочного оборудования;

T_o – срок службы основного сварочного оборудования, $T_o = 5$ 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 [43].

$$C_{об} = \frac{(1757521+4307820) \times 2}{5 \times 500} + \frac{343500 \times 2 + 254000 \times 1 + 315718 \times 2 + 94000 \times 1}{5 \times 500} + \frac{185000 \times 1}{20 \cdot 500} = 11132,14 \text{ руб.}$$

2. Затраты на текущий ремонт и обслуживание.

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

$$C_{рво} = \frac{(K_o \times n_o + K_{II} \times n_n + K_{II.O} \times n_{n.o}) \times k_{рво}}{N_z}, \quad (6.21)$$

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

$$C_{рво} = \frac{[(1757521+4307820) \times 2 + 343500 \times 2 + 254000 \times 1 + 315718 \times 2 + 94000 \times 1 + 185000 \times 1] \times 0,03}{500} = 838,93 \text{ руб.}$$

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 [32]:

$$C_n = \frac{S \times k_{cn} \times Ц_{ср.зд}}{N_z}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.22)$$

где S – площадь сварочного участка, m^2 , $S = 194,03 \text{ м}^2$;

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

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

$$C_n = \frac{194,03 \times 0,08 \times 250}{500} = 7,76 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

Результаты расчетов по определению технологической себестоимости сводятся в таблицу 6.4.

Таблица 6.4 – Технологическая себестоимость

№ п/п	Затраты	Сумма, руб.
1	Затраты на основной металл	100446,15
2	Затраты на сварочные материалы	
2.1	Затраты на электроды	-
2.2	Затраты на сварочную проволоку	7145,02
2.3	Затраты на защитный газ	445,39
2.4	Стоимость флюса	1538,43
3	Заработная плата	
3.1	Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих с отчислениями на социальное страхование	4312,35
3.2	Заработная плата вспомогательных рабочих	142305,44
3.3	Заработная плата административно-управленческого персонала	1966884,19
4	Затраты на электроэнергию	1636,03
5	Затраты на сжатый воздух	0,35
6	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования и помещений	
6.1	Амортизационные отчисления	5537,35
6.2	Затраты на текущий ремонт и обслуживание	838,93
6.3	Затраты на содержание помещения	7,76
ИТОГО технологическая себестоимость:		129256,85

6.3 Расчет технико-экономической эффективности

Определим себестоимость продукции:

$$C=500 \times (100446,15+7145,02+445,39+1538,43+4312,35+1636,03+0,35+5537,35+838,93+7,76) + 142305,44 \times 12 + 1966884,19 = 64628424,58 \text{ руб/изд. год,}$$

Определим капитальные вложения:

$$K= 7571690+ 835055+ 185000+218866= 8810611 \text{ руб/изд. год,}$$

Определим количество приведенных затрат:

$$Z_{\text{п}} = 64628424,58 + 0,15 \times 8810611 = 65950016,26 \text{ руб/изд. год.}$$

6.4 Основные технико-экономические показатели участка

Основные технико-экономические показатели участка представлены в таблице 6.5.

Таблица 6.5 – Основные технико-экономические показатели участка

№п/п	Параметр	Значение
1	Годовая производственная программа, шт.	500
2	Трудоёмкость изготовления одного изделия, час	20,29
3	Количество оборудования, шт.	13
4	Количество производственных рабочих, чел	25
5	Количество вспомогательных рабочих	7
6	Количество административно-управленческого персонала, чел	2
7	Норма расхода материала, кг	4455,1
8	Количество приведенных затрат, (руб./изд.)·год	65950016,26
9	Себестоимость одного изделия, руб	129256,85

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 8810611 руб;
- себестоимость продукции 64628424,58 руб.

В результате проведенных расчетов было определено количество приведенных затрат 65950016,26 руб/изд. год.

7 Социальная ответственность

7.1 Описание рабочего места

На участке производится сборка и сварка рештака. При изготовлении рештака осуществляются следующие операции: сборка и сварка механизированная в среде углекислого газа и аргона, сварка под слоем флюса, слесарные операции.

При изготовлении рештака на участке используется следующее оборудование:

- *POWER WAVE® S500 CE* 2 шт.
- *LF-45* 2 шт.
- *POWER WAVE* 2 шт.
- *ARISTO 1000 AC/DC SAW* 2 шт.
- *ESAB A6S Arc Master* 2 шт.
- *WKBS, WICON* 2 шт.
- приспособление сборочно-сварочное 2 шт.

ФЮРА.000001.177.00.000 СБ

- приспособление сварочное с кантователем 2 шт.
- роликовый стенд 1 шт.

Перемещение изделия производят краном мостовым грузоподъемностью 5 т.

Изготавливаемое изделие, рештак, является одной из основных частей шахтного перегружателя ПСН-3100. Рештаки расположены между секцией переходной и рамой концевой и соединяются между собой в «цепочку» посредством технологических пальцев и болтового соединения. К стенкам рештаков прикреплены борта кабелеукладчиков. Количество рештаков в перегружателе варьируется в зависимости от длины лавы и определяется предложением заказчика. Масса рештака составляет 1424 кг.

В качестве материала этих деталей используют стали следующих марок: 30ХГСФЛ, 14ХГ2САФД, 10ХСНД и Ст3пс. Сварка производится в смеси Ar (80 %) + CO₂ (20 %) сварочной проволокой Св-08Г2С-О диаметром 1,2 мм и проволокой Св-18ХГС ГОСТ 2246-70 диаметром 5,0 миллиметров.

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 $S = 194,03 \text{ м}^2$.

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/м³ пыли с содержанием в ней марганца до 13,7 процентов (ПДК 0,1-0,2 мг/м³), а также CO₂ до 0,5÷0,6%; CO до 160 мг/м³; окислов азота до 8,0 мг/м³; озона до 0,36 мг/м³ (ПДК 0,1 мг/м³); оксидов железа 7,48 г/кг расходуемого материала; оксида хрома 0,02г/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 [45].

На участке сборки и сварки изготовления рештака 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÷3 метров в секунду [46].

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

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

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

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

Найдем площадь, через которую поступает воздух по формуле:

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

где A и B – ширина и длина зонта, расчеты этих параметров произведем согласно методичке [47];

n – количество зонтов.

Определим количество конвективного тепла, выделяемого источником [48]:

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

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

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

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

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

Найдем размеры вытяжного зонта:

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

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

$$S = 3,6 \times 3,66 \times 4 = 52,7 \text{ м}^2,$$

$$L_M = 57,2 \times 0,2 = 10,54 \text{ м}^3 \times \text{с,}$$

Из расчета видно, что объем воздуха удаляемый от местных отсосов составляет $c_M = 37940 \text{ м}^3 \times \text{ч}$.

В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор радиальный ВР 300-45-8 с двигателем АИР250М8 37 кВт 740 об/мин.

Кинематическая схема вентиляции представлена на рисунке 7.1.

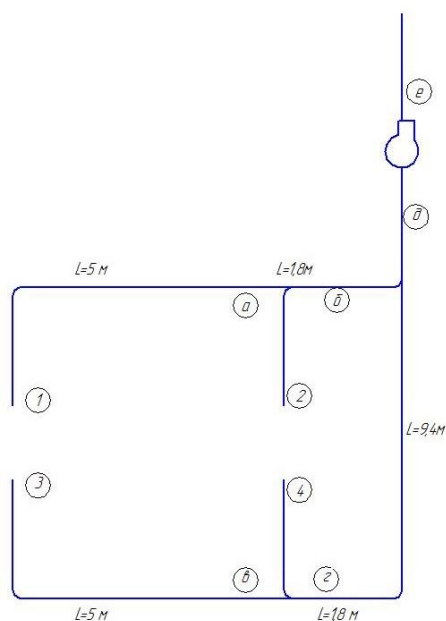


Рисунок 7.1 Кинематическая схема вентиляции

Рассчитаем диаметр воздуховодов.

Сначала рассчитаем расход воздуха для первой ветви:

$$L_{M1} = 37940 \times 2/4 = 18970 \text{ м}^3 \times \text{ч},$$

Для второй ветви:

$$L_{M2} = 37940 \times 2/4 = 18970 \text{ м}^3 \times \text{ч},$$

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

$$D = 1,13 \times \left(\frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \times \left(\frac{18970}{0,2} \right)^{1/2} = 348 \text{ мм}, \quad (7.6)$$

Определим диаметр воздуховода для второй ветви:

$$D = 1,13 \times \left(\frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \times \left(\frac{18970}{0,2} \right)^{1/2} = 348 \text{ мм},$$

Определим диаметр общего воздуховода для:

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

2. Производственный шум.

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

- *POWER WAVE® S500 CE*;
- *LF-45*;
- *ARISTO 1000 AC/DC SAW*;
- *ESAB A6S Arc Master*;
- *WKBS, WICON*;
- вентиляция;
- сварочная дуга;
- слесарный инструмент: молоток ($m = 2 \text{ кг}$) 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 противошумовые наушники по ГОСТ Р 12.4.210-99.

3. Статическая нагрузка на руку.

При сварке в основном имеет место статическая нагрузка на руки, в результате чего могут возникнуть заболевания нервно-мышечного аппарата плечевого пояса. Сварочные работы относятся к категории физических работ средней тяжести с энергозатратами $172 \div 293$ Дж/с ($150 \div 250$ ккал/ч) [45].

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 [50].

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 производственной среды

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

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

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

Тепловая радиация на рабочем месте может в целом составлять 0,5-6 кал/см²·мин [51].

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, исключая 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
Циток защитный для э/сварщика НН-ПС 70241	ГОСТ 12.4.035-78
Куртка х/б на утепляющей прокладке	ГОСТ 29.335-92

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

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

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 4х12 миллиметров.

7.4.1 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов

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

Защита от движущихся механизмов.

Для защиты работающих от движущихся механизмов предусмотрено следующее:

- проходы: между оборудованием, движущимися механизмами и перемещаемыми деталями, а также между постами – не менее 1 м; между автоматическими сварочными постами – не менее 2 м.;
- свободная площадь на один сварочный пост – не менее 3 м.;
- при эксплуатации подъёмно-транспортных устройств ограждение всех движущихся и вращающихся частей механизмов;
- правильная фиксация рештака 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 [52].

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 рештака ФЮРА.ПСН-310.198.00.000 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 [52].

3. Охрана водного бассейна

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

4. Охрана почв и утилизация промышленных отходов.

На проектируемом участке сборки и сварки рештака предусмотрены емкости для складирования металлических отходов (обрезки сварочной проволоки, бракованные изделия), а также емкости для мусора. Все металлические отходы транспортируются в металлургический цех, где они перерабатываются, а весь мусор вывозится за территорию предприятия в специально отведенные места и уничтожается [52].

7.6 Защита в чрезвычайных ситуациях

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 рештака.

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

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

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

Годовая производственная программа составляет 500 изделий.

Площадь спроектированного участка – 194,03 м²;

Средний коэффициент загрузки оборудования – 44,95 %;

Количество приведенных затрат – 65950016,26 руб./изд.·год.

Библиография

1. Сварка, виды сварки, история сварки [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [Сварка, виды сварки, история сварки - weldexpert.ru](http://weldexpert.ru)
2. Сварка в среде защитных газов [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [Сварка в среде защитных газов: технология, режимы, виды \(svarkaipayka.ru\)](http://svarkaipayka.ru)
3. Режимы механизированной сварки в защитных газах [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <https://samsvar.ru/stati/rezhimy-mehanizirovannoj-svarki-v-zacshitnyh-gazah.html>
4. Жерносеков А.М., Сидорец В.Н., Шевчук С.А. — Комбинированное импульсное воздействие защитных газов и сварочного тока при сварке плавящимся электродом // Сварочное Производство - №12 – 2013 – с. 9-13.
5. Kitsch M. Metall-Inertgasschweißen von Aluminium mit gepulster Schutzgaszufuhr // Schweißen und Schneiden. 2006. Vol. 58. No 1. – S. – 19-22.
6. Патон Б.Е., Сараев Ю.Н., Лебедев В.А. Совершенствование технологических процессов сварки и наплавки на основе методов управляемого высокоэнергетического воздействия на характеристики плавления и переноса электродного металла // Инновационные технологии и экономика в машиностроении. Юрга: Томский политехнический университет, – 2010. – 577 с.
7. Потапьевский А.Г., Сараев Ю.Н., Чинахов Д.А. Сварка сталей в защитных газах плавящимся электродом // Техника и технология будущего. Томск: Томский политехнический университет, – 2012. – 208 с.
8. Сараев Ю.Н. Импульсные технологические процессы сварки и наплавки. Новосибирск: Наука, – 1994. – 107 с.
9. Жерносеков А.М., Андреев В.В. Импульсно-дуговая сварка плавящимся электродом (обзор) // Автоматическая сварка. 2007. № 10. с. 48-52.
10. Сараев Ю.Н. Управление переносом электродного металла при сварке в CO₂ с короткими замыканиями дугового промежутка // Автоматическая

сварка. 1988. № 12. с. 16-23.

11. Лебедев В.А., Максимов С.Ю., Жерносеков А.М., Сараев Ю.Н. / Управление геометрией сварного шва аппаратными средствами при механизированной и автоматической дуговой сварке плавящимся электродом // Сварочное Производство – №5 – 2014 – с. 10-16.

12. Тазетдинов Р.Г., Новиков О.М., Персидский А.С., Хасянов Б.А., Иванов Е. Н., Плаксина Л. Т. / Дуговая сварка в защитных газах с попеременной импульсной подачей разнородных газов // Сварочное Производство – №1 – 2012 – с. 38-42.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

23. Флюс сварочный АН-348А [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <https://www.ventsvar.ru/catalog/flux-an-348a.html?pid=15695>
24. Аппарат POWER WAVE® S500 CE [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [Power Wave® S500 CE \(lincolnelectric.com\)](http://www.lincolnelectric.com/Power-Wave-S500-CE)
25. Механизм подачи LF-45 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [Механизм подачи LF-45 \(alfa-industry.ru\)](http://www.alfa-industry.ru/LF-45)
26. ADVANCED MODULE ДЛЯ POWER WAVE® [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [Advanced Module для Power Wave® \(lincolnelectric.com\)](http://www.lincolnelectric.com/Advanced-Module)
27. ARISTO 1000 AC/DC SAW [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [Aristo 1000 AC/DC SAW \(esab.ru\)](http://www.esab.ru/Aristo-1000-AC-DC-SAW)
28. Сварочная головка ESAB A6S Arc Master [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <https://www.uniprofit.ru/catalog/avtomatizaciy-svarki/sgksnf/esab-a6s-arcmaster/>
29. Консольные сварочные колонны серии WKBS, WICON (Турция) [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <https://www.intertechpribor.ru/catalog/avtomatizatsiya-svarki/svarochnye-kolonny/1492/>
30. Маслов Б.Г. Неразрушающий контроль сварных соединений и изделий в машиностроении: Учеб. пос. для вузов. – М.: Академия, 2008. – 272 с.
31. Организация и планирование производства. Основы менеджмента: метод. указ. к выполн. курс. работы. для студентов спец. 120500 «Оборудование и технология сварочного производства». – Томск: Изд. ЮФТПУ, 2000 – 24 с.
32. Ахумов В.А. Справочник нормировщика. М.: Машиностроение, 1986 – 240 с.
33. Решетов Д.Н. Детали машин: Учебник для студентов машиностроительных и механических специальностей вузов. – 4-ое издание, переработанное и дополненное. Москва, "Машиностроение", 1989 – 496 с.
34. Крампит Н.Ю. Сварочные приспособления. Эл. учебное пособие для ст. спец. «Оборудование и технология сварочного производства» ДО, 2008 г.

35. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. Том 3. – М.: Машиностроение, – 1978 – 557 с.
36. Крампит Н.Ю. Проектирование сварочных цехов: Методические указания. Ю.: Изд-во ИПЛ ЮТИ ТПУ. – 2005. – 40 с.
37. 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
38. Сварочный полуавтомат Lincoln Electric Power Wave S500 CE [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [Купить Сварочный полуавтомат Lincoln Electric Power Wave S500 CE по цене 1 309 024 руб в Москве Сварочный полуавтомат Lincoln Electric Power Wave S500 CE \(adg-svarka.ru\)](#)
39. Механизм подачи LF-45 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://www.alfa-industry.ru/catalog/mekhanizmy-podachi-provoloki/lf-45-k14072/>
40. Модуль LINCOLN ELECTRIC Power Wave STT [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [Модуль LINCOLN ELECTRIC Power Wave STT, артикул: K2921-1 - купить в Самаре | Дуговик \(dugovik.ru\)](#)
41. Сварочный источник для сварки под флюсом ESAB ARISTO 1000 AC/DC SAW [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [СВАРОЧНЫЙ ИСТОЧНИК ДЛЯ СВАРКИ ПОД ФЛЮСОМ ESAB ARISTO 1000 AC/DC SAW – Plazmik](#)
42. Автоматическая сварочная головка ESAB A6 S ARC MASTER [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [Автоматическая сварочная головка ESAB A6 S Arc Master - купить по низкой цене, отзывы \(sibweld.ru\)](#)
43. ГОСТ 27584-88 Краны мостовые и козловые электрические. Общие технические условия.
44. ГОСТ 12.0.0030-74 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (с изменениями по И-Л-Х1-91)»
45. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-

гигиенические требования.

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

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

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

49. 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.

50. 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.

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

52. 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
Спецификация Рештак

		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Перв. примен.						<u>Документация</u>			
					ФЮРА.ПСН.310.177.00.000 СБ	Сборочный чертеж		2хА1	
						<u>Сборочные единицы</u>			
Справ. №				1	ФЮРА.ПСН.310.177.01.000	Баковина	1		
				2		-01 Баковина	1		
				3	ФЮРА.ПСН.310.177.02.000	Днище	1		
				4	ФЮРА.ПСН.310.177.03.000	Кронштейн	4		
						<u>Детали</u>			
Подп. и дата				5	ФЮРА.ПСН.310.177.00.001	Планка	2		
				6	ФЮРА.ПСН.310.177.00.002	Платик	1		
				7		-01 Платик	1		
				8	ФЮРА.ПСН.310.177.00.003	Днище нижнее	1		
Взам. инв. №									
Подп. и дата									
Инв. № подл.									
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ФЮРА.ПСН.310.177.00.000			
	Разраб.	Фомин				Рештак	Лит.	Лист	Листов
	Проб.	Ильященко					4		1
Н.контр.	Ильященко				ЮТИ ТПУ зр. 3-10А60				
Утв.					Формат А4				

Копировал

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
 Спецификация Приспособление сборочно-сварочное

Перв. примен.	Формат	Экз.	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Ср. №					<u>Документация</u>			
				ФЮРА.000001.177.00.000 СБ	Сборочный чертеж		З-А1	
					<u>Сборочные единицы</u>			
			1	ФЮРА.000001.177.01.000	Пневмоприжим	2		
			2	ФЮРА.000001.177.02.000	Площадка	2		
			3	ФЮРА.000001.177.03.000	Упор	2		
			4	ФЮРА.000001.177.04.000	Стойка	6		
			5	ФЮРА.000001.177.05.000	Стол	1		
			6	ФЮРА.000001.177.06.000	Прижимной винт	2		
			7	ФЮРА.000001.177.07.000	Кранштейн	4		
			8	ФЮРА.000001.177.08.000	Упор	4		
					<u>Детали</u>			
			9	ФЮРА.000001.177.00.001	Планка	6		
		10	ФЮРА.000001.177.00.002	Кранштейн	2			
		11	ФЮРА.000001.177.00.003	Прижим	2			
		12	ФЮРА.000001.177.00.004	Штырь	4			
		13	ФЮРА.000001.177.00.005	Ось	4			
		14	ФЮРА.000001.177.00.006	Ось	2			
				ФЮРА.000001.177.00.000				
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
	Разраб.	Фомин				Лит.	Лист	Листов
	Проб.	Ильященко				4	1	2
	Н.контр.	Ильященко				ЮТИ ТПУ гр. 3-10А60		
	Утв.							

Копировал

Формат А4

ГОСТ 3.1105-84 Форма 2

Дубл.									
Взам.									
Подл.									
								25	1
		ФЮРА.ПСН.310.177.00.000							
		Рештак							
<p>КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ</p> <p>НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС</p> <p>сборки-сварки</p>									
		Разработал		Фомин Е.Н.					
		Проверил		Ильященко Д.П.					
		Н. контр.		Ильященко Д.П.					
Акт _____									
Т/Л	Титульный лист								1

Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.	
Взлм.				Код, наименование оборудования												
Подл.				Наименование детали, сб. единицы или материала								ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Нрасх.
Разрбд.																
Проб.																
Нормир.																
Нач. БТК																
Н. контр.																
Рештак																
ФЮРА.ПЧ.310.177.00.000																
Обозначение документа																
Требования безопасности.																
А01																
002																
03	1. Выполнить положение №16П/0706 "Об организации и проведении работ с повышенной опасностью"															
А04	пр. №191ГД от 05.04.06 г.															
Б05	2. Перед началом работы проверить чалочные средства на отсутствие механических повреждений															
06	(трещин, вмятин и др.)															
07	3. Действия строполя, крановщика и слесарей должны быть согласованы, при этом крановщик															
08	выполняет команды только строполя.															
09	4. Присутствие посторонних лиц при работе с краном при сборке на приспособлении не допускаются.															
010	5. Подъем, опускание и транспортировку сб. ед. производить плавно, без рывков и ударов.															
011																
012																
Т13																
Т14																
Т15																
16																
МК	Маршрутная карта															2

Цех	Уч	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.
Взлм.				Код, наименование оборудования									ЕН	КИ	Нрасх.
Подп.				Наименование детали, сб. единицы или материала								ОПП	ЕВ		
Разраб.															
Проб.															
Нормир.															
Нач. БТК															
Н. контр.															
Рештак															
Обозначение документа															
ФЮРА.ПН.310.177.00.000															
Обозначение, код															
Технические требования															
1. Изготовление сб. ед. производить согласно КД.															
2. Требования безопасности согласно раздела 2 техн. инстр.															
3. Требования к дет. согласно техн. инстр. раздел 6 св. проволочка – раздел 5.															
4. Режимы на сварку, тех. приемы выполнения сб. швов согласно инстр.															
08															
09															
010															
011															
012															
Т13															
Т14															
Т15															
16															
МК															
Маршрутная карта														3	

Цех	Уч.	РМ	Опер.	Поз.	Наименование ДСЕ или материала	Обозначение ДСЕ	ОТП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. расх.	
К/М	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Поз.	Наименование ДСЕ или материала	Обозначение ДСЕ	ОТП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. расх.
я	я	я	я	я	я	я	я	я	я	Разл. п.	Общ. п.	Такт. п.
Разраб.							ФЮРА.ПЕН.3.10.177.00.000					
Проб.												
Нормир.												
Нач. БТК												
Н. конпр.												
Рештак												
К01								Материал	Кол			
02												
03				1		Боковина	ФЮРА.ПЕН.3.10.177.01.000	30ХГСФЛ	1			
04				2		Боковина	ФЮРА.ПЕН.3.10.177.01.000-01	30ХГСФЛ	1			
05				3		Днище	ФЮРА.ПЕН.3.10.177.02.000	14ХГ2АФД	1			
06				4		Кронштейн	ФЮРА.ПЕН.3.10.177.03.000	Ст3пс	4			
07				5		Планка	ФЮРА.ПЕН.3.10.177.00.001	Ст3пс	2			
08				6		Платик	ФЮРА.ПЕН.3.10.177.00.002	10ХСНД	1			
09				7		Платик	ФЮРА.ПЕН.3.10.177.00.002-01	10ХСНД	1			
10				8		Днище нижнее	ФЮРА.ПЕН.3.10.177.00.003	14ХГ2АФД	1			
11												
12						Проволока СВ-08Г2С-0	ГОСТ 2246-70	φ12	32,156 кг			
13						Проволока СВ-18ХГС	ГОСТ 2246-70	φ5	10,188 кг			
14						Смесь газов Ar+CO ₂	ГОСТ Р ИСО 14175-2010		52216 м ³			
15						Флюс сварочный АН-348А	ТУ У 05416923.049-99		12,225 кг			
16						Масса сд. ед. 14,24 кг.						
17												
КК	Комплектовочная карта											4

Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.
				Код, наименование оборудования	Обозначение документа										
				Наименование детали, сб. единицы или материала	Обозначение, код										
Разраб.															
Проб.					ФЮРА.ПН.310.177.00.000										
Нормир.															
Нач. БТК															
Н. контр.															
A	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Рештак										
B															
К/М															
A01															
002					005 Комплектование										
03															
A04					Плита сборочная, Кран мастовой (Q = 5,0 т.), Строп цепной универсальный (Q = 2,0 т.),										
B05					Кран-балка (Q = 2,0 т.), Строп 131227 Строп 170429 (Q=2 т.), Масса сборочной единицы – 1424 кг.										
06															
07					Подобрать детали, входящие в сборочную единицу, согласно чертежу, проверить наличие клеем БТК,										
08					подтверждающих годность деталей. Проверить отсутствие литейного пригара на поверхностях										
09					деталей, попадающих в зону сварки.										
010															
011															
012															
T13															
T14															
T15															
16															
КТП	Карта технологического процесса														
	5														

Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.					
				Наименование детали, сб. единицы или материала	Обозначение, код				Обозначение документа											
А	Б	К/М	А01	Б05	002	03	А04	Б05	06	07	08	09	010	011	012	Т13	Т14	Т15	16	
Разраб.																				
Проб.																				
Нормир.																				
Нач. БТК																				
Н. контр.																				
Рештак																				
<i>010 Слесарно-сборочная (см. операцию 005)</i>																				
<i>То = 5,8 мин.</i>																				
<i>Приспособление сборочно – сварочное ФЮРА.000001.177.00.000 СБ.</i>																				
<i>А04 1. Установить в приспособление доковину поз. 1 до упора</i>																				
<i>Т=19 мин.</i>																				
<i>Б05</i>																				
<i>06 2. Установить в приспособление доковину поз. 2 до упора</i>																				
<i>Т=19 мин.</i>																				
<i>07 3. Установить на опоры между доковинами днище поз. 3 согласно чертежу.</i>																				
<i>Т=2,0 мин.</i>																				
<i>08 Закрепить установленные детали прижимами-шаблонами и пневмоприжимами.</i>																				
<i>09 Размер 1018², 1022-2 \square 1,0, \square 0,5 135* обеспечиваются приспособлением.</i>																				
<i>010</i>																				
<i>011 Очки 3, Кувалда Лом монтажный, Линейка Угольник</i>																				
<i>012</i>																				
<i>Т13</i>																				
<i>Т14</i>																				
<i>Т15</i>																				
<i>16</i>																				
КТП															Карта технологического процесса					
															6					

Цудл.	Взэм.	Падл.																
Разраб.																		
Проб.																		
Нармпр.																		
Нач. БТК																		
Н. контпр.																		
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.		
Б					Код, наименование оборудования													
К/М					Наименование детали, сб. единицы или материала													
А01																		
002																		
03																		
А04																		
Б05																		
06																		
07																		
08																		
09																		
010																		
011																		
012																		
Т13																		
Т14																		
Т15																		
16																		
КТП																		

Цех	Уч	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.	
Взлм.				Код, наименование оборудования												
Подл.				Наименование детали, сб. единицы или материала												
Разраб.																
Проб.																
Нормир.																
Нач. БТК																
Н. контр.																
А	Цех	Уч	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.
Б					Код, наименование оборудования											
К/М					Наименование детали, сб. единицы или материала											
А01																
002																
03																
А04																
Б05																
06																
07																
08																
09																
010																
011																
012																
Т13																
Т14																
Т15																
16																
КТП	Карта технологического процесса															
	15															

Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.
				Код, наименование оборудования	Обозначение документа										
				Наименование детали, сб. единицы или материала	Обозначение, код										
Разраб.															
Проб.															
Нормир.															
Нач. БТК															
Н. конпр.															
Рештак															
А															
Б															
К/М															
А01															
002	Тип соединения		Длина, мм.	Расход, г.	Примечание										
03	№2 Т6		4000	12452	см. Вид слева, вид А										
А04	№9 нест.		644	957	см. П-П										
Б05	№6 нест.		80	88	см. Вид сверху.										
06	№7 нест.		292	221	см. Вид сверху.										
07	сб. А 280-300				расход газа 15-17 л/мин.										
08	ВНИМАНИЕ! Сварку швов №1 производить от середины к краям обратноступенчатым способом.														
09	Длина ступени-250-300 мм.														
010	Выдержатъ р-ры нестандартных швов														
011	№9 20±2, 2 ⁻¹ (см. П-П)		№6 15±1, 1 max (см. К-К, И-И)	№7 15±2, 1 max (см. Л-Л)											
012	Штангенциркуль ШЦ-1 250														
Т13	Выдержатъ р-ры 250 min при выполнении сб. шва №2.														
Т14	Линейка 500														
Т15															
16															
КТП	Карта технологического процесса														17

Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.	
Взлм.				Код, наименование оборудования												
Подл.				Наименование детали, сб. единицы или материала								ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Нрасх.
Разраб.																
Проб.																
Нормир.																
Нач. БТК																
Н. контр.																
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.
А01																
А02																
А03																
А04																
Б05																
Б06																
Б07																
Б08																
Б09																
Б10																
Б11																
Б12																
Т13																
Т14																
Т15																
16																
КТП	Карта технологического процесса															
	19															

Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.	
				Код, наименование оборудования	Обозначение документа											
				Наименование детали, сб. единицы или материала	Обозначение, код											
Разраб.																
Проб.																
Нормир.																
Нач. БТК																
Н. контр.																
Рештак																
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.
Б					Код, наименование оборудования	Обозначение, код										
К/М					Наименование детали, сб. единицы или материала	Обозначение, код										
А01																
002	Тип соединения		Длина, мм.		Расход, г.		Примечание									
03	№1 У4-△15		500		704		см. Вид слева, вид А									
А04	№2 Т6		500		1556		см. П-П									
Б05	№3 С8		1300		4394		см. Вид сверху.									
06	№4 С12		1770		6328		см. Вид сверху.									
07	Iсв, А 280-300		Iсв, В 28-29		Iсв, В 28-29		расход газа 15-17 л/мин.									
08	3. Кантовать сб. ед. на 180°.															
09	4. Заварить швы согласно чертежу.															
010	Тип соединения		Длина, мм.		Расход, г.		Примечание									
011	№5 Н1-△18		2128		4107		см. Вид В л. 2									
012	Iсв, А 280-300		Iсв, В 28-29		Iсв, В 28-29		расход газа 15-17 л/мин.									
Т13	5. Произвести отпуск сварных швов.															
Т14	Горелка газовая ГЗУ-4; Очки; Пирометр.															
Т15	6. Клеить клеем сварщика в месте указанного на чертеже.															
16	Клеем сварщика, Очки, Молоток 1,0															
КТП	Карта технологического процесса															21

Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.
				Код, наименование оборудования	Обозначение, код				Обозначение документа						
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала														
А01															
002					ФЮРА.ПСП.3.10.177.00.000										
03					<i>Рештак</i>										
А04															
Б05															
06															
07															
08															
09															
010															
011															
012															
Т13															
Т14															
Т15															
16															
КТП	Карта технологического процесса														24

Цудл.	Взмч.	Пвдл.															
Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции		СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.	Нрасх.
К/М			Код, наименование оборудования		Обозначение, код												
			Наименование детали, сб. единицы или материала		Обозначение, код												
Разрбд.																	
Проб.																	
Нормир.																	
Нач. БТК																	
Н. контр.																	
Рештак																	
ФЮРА.ПСП.310.177.00.000																	
A01	Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.177.00.000 СБ.																
002	Приспособление сварочное.																
03	Кантователь.																
A04	Шаблон для контроля профиля рештака протягиванием 136-3412																
Б05	Шаблоны 136-3261																
06	Наушники пртивошумные ВЦНИИ-01-2 ГОСТ124051-87																
07	Очки ЗПР ГОСТ124013-85																
08	Комплект клеем ГОСТ25926-83																
09	Молоток 10 ГОСТ2310-77																
010	Зудило 20x60 ГОСТ7217-85																
011	Шабер 359-1365																
012	Линейка ГОСТ427-75																
Т13	Рукавицы антивибрационные ГОСТ 124-010-85																
Т14	Молоток рудильный МР-22																
Т15	Щетка стальная ТУ-464-01-134-76																
16	Лупа ЛЗ 1-4*																
КТП	Карта технологического процесса																25