



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Институт Юргинский технологический
Направление подготовки Машиностроение
ООП Оборудование и технология сварочного производства

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА СБОРКИ-СВАРКИ РЕШТАКА ПЕРЕГРУЖАТЕЛЯ

УДК 621.791:622.645.

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10A81	Петропавлов А.П.		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кузнецов М.А.	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Оборудование и технология сварочного производства, доцент	Ильященко Д.П.	к.т.н., доцент		

Юрга – 2023 г.

Планируемые результаты обучения по ООП

Код компетенции	Наименование 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 в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в профессиональной деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
УК(У) -10	Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности
УК(У)-11	Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению
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

Код компетенции	Наименование компетенции
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	Способностью обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий
ПК(У)-12	Способностью 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	Способностью 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. 3-10А81
Руководитель ВКР, к.т.н., доцент

А.П. Петропавлов
М.А. Кузнецов



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Институт Юргинский технологический
Направление подготовки Машиностроение
ООП Оборудование и технология сварочного производства

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

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

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
3-10А81	Петропавлов Алексей Павлович

Тема работы:

Разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки рештака перегружателя	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	31.01.2023г. №31-79/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	09.06.2023 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе (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.).</p>	<p>Материалы преддипломной практики</p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (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).</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обзор и анализ литературы. 2. Объект и методы исследования. 3. Разработка технологического процесса. 4. Разработка сборочно-сварочных приспособлений. 5. Проектирование участка сборки-сварки. 6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. 7. Социальная ответственность.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	1. ФЮРА.000800.169.00.000 СБ Рештак 2 листа (А1) 2. ФЮРА.000001.169.00.000 СБ Приспособление сборочно-сварочное 3 листа (А1). 3. ФЮРА.000002.169 ЛП План участка 1 лист (А1). 4. ФЮРА.000003.169 ЛП Система вентиляции участка 1 лист (А1). 5. ФЮРА.000004.169 ЛП Основные технико-экономические показатели 1 лист (А1). 6. ФЮРА.000005.169 ЛП Карта организации труда 1 лист (А1). 7. ФЮРА.000006.169 ЛП Технологическая схема сборки и сварки изделия.
---	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

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

Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:

Реферат

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	24.04.2023 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кузнецов М.А.	К.Т.Н.		24.04.2023 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А81	Петропавлов А.П.		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Институт Юргинский технологический
 Направление подготовки Машиностроение
 ООП Оборудование и технология сварочного производства

Форма представления работы:

ВКР бакалавра

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

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ – ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	09.06.2023 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля)/ Вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
25.01.2023	Обзор литературы	20
25.02.2023	Объекты и методы исследования	20
25.03.2023	Расчеты и аналитика	20
25.04.2023	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
25..05.2023	Социальная ответственность	20

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кузнецов М.А.	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

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

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10A81	Петропавлов А.П.		

**ЗАДАНИЕ К РАЗДЕЛУ
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Обучающемуся:

Группа	ФИО
3-10А81	Петропавлову Алексею Павловичу

Институт	ЮТИ ТПУ	Направление	15.03.01 «Машиностроение»
Уровень образования	бакалавр	ООП	Оборудование и технология сварочного производства

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

1. Стоимость ресурсов инженерного решения (ИР): материально-технических энергетических человеческих	44804,45 руб. 948,8 руб. 1881,71 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов: Металл Проволока Газ Флюс	1137,5 кг 24,252 кг 2743 л 14,168 кг.
3. Используемая система налогообложения ставка налогов ставка отчислений	общая 13% 30%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Определение капитальных вложений	
2. Расчет составляющих себестоимости	
3. Расчет количества приведенных затрат	

Перечень графического материала:

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

Дата выдачи задания к разделу в соответствии с календарным учебным графиком	24.04.2023 г.
---	---------------

Задание выдал консультант по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ильященко Д.П.	к.т.н., доцент		24.04.2023 г.

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А81	Петропавлов А.П.		

**ЗАДАНИЕ К РАЗДЕЛУ
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Обучающемуся:

Группа	ФИО
3-10А81	Петропавлову Алексею Павловичу

Институт	ЮТИ ТПУ	Направление	15.03.01 «Машиностроение»
Уровень образования	бакалавр	ООП	Оборудование и технология сварочного производства

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

– Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Производится сборка-сварка рештака. Рештак изготавливается из деталей материалом которых являются стали 10ХСНД, 09Г2С, 14ХГ2САФД и Сталь 35Л.
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны 	<p>ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. М.: Изд. стандартов, 1989.</p> <p>ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. М.: Изд. стандартов, 1982.</p> <p>ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. М.: Изд. стандартов, 1990.</p> <p>ГОСТ 12.1.046-78. ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация. М.: Изд. стандартов, 1990.</p> <p>ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд. стандартов, 1984.</p> <p>Правила устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат, 1998.</p> <p>Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. М.: Энергоатомиздат, 1994.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548096. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996.</p>
---	--

<p>2. Производственная безопасность: 1.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>1.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<p>– 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) 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. Экологическая безопасность:</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. 	<p>Вредные выбросы в атмосферу.</p>
<p>4. Безопасность 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 	<p>Перечень наиболее возможных ЧС на объекте.</p>
<p>Перечень графического материала:</p>	
<p>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</p>	<p>Лист-плакат Система вентиляции участка</p>
<p>Дата выдачи задания к разделу в соответствии с календарным учебным графиком</p>	<p>24.04.2023 г.</p>

Задание выдал консультант по разделу «Социальная ответственность»:

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

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А81	Петропавлов А.П.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа: 145 с., 7 рис., 31 табл., 56 источников, 4 прил., 8 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 технология изготовления рештака перегружателя.

Целью работы является разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки рештака перегружателя.

В процессе выполнения работы проводилось изучение составных деталей изделия, описание марки стали, выбор метода сварки, определение режимов сварки и сварочных материалов, нормирование операций, составление технологических карт, расчет необходимого количество оборудования и численности рабочих.

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

Экономические показатели:

- капитальные вложения 1067581 руб;
- себестоимость продукции 23817482,1 руб/изд.×год.;
- количество приведенных затрат 23977619,22 руб/изд.×год.

ABSTRACT

Final qualifying work 145 p., 7 drawings, 31 tables, 56 sources, 4 applications, 8 p. graphic material.

Key words: Fusion WELDING, TECHNOLOGY, WELDING MODES, WELDING CURRENT, WELDING EQUIPMENT, PERFORMANCE, SITE PLAN, DEVICES, INDUSTRIAL SAFETY, COST.

The object of development is the technology of manufacturing the reloader pan.

The aim of the work is to develop a technology for manufacturing a reloader pan.

In the process of performing the work, the components of the product were studied, the steel grade was described, the welding method was selected, the welding modes and welding consumables were determined, operations were standardized, technological maps were drawn up, and the required amount of equipment and the number of workers were calculated.

As a result of the work, welding modes were determined, welding equipment was selected, assembly and welding operations were standardized. The cost factor has been calculated.

Economic indicators:

- capital investments 1067581 rubles;*
- cost of production 23817482,1 rubles / ed. × year;*
- the number of reduced costs 23977619,22 rubles / ed. × year.*

Содержание

Обозначения, сокращения, нормативные ссылки	16
Введение	18
1 Обзор и анализ литературы	20
1.1 Механизмы для установки	20
1.2 Приспособления для крепежа	21
1.3 Пневматические и гидравлические приводы зажимных устройств	23
1.4 Электромеханические и электромагнитные прижимы	25
1.5 Вывод	26
2 Объект и методы исследования	28
2.1 Описание сварной конструкции	28
2.2 Требования НД, предъявляемые к конструкции	28
2.2.1 Требования к подготовке кромок	28
2.2.2 Требования к сборке сварного соединения	29
2.2.3 Требования к сварке при прихватке	29
2.2.4 Требования к сварке	30
2.2.5 Требования к контролю	32
2.3 Методы и средства проектирования	34
2.4 Постановка задачи	34
3 Разработка технологического процесса	36
3.1 Анализ исходных данных	36
3.1.1 Основные материалы	36
3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки	41
3.1.3 Выбор сварочных материалов	41
3.2 Расчёт технологических режимов	43
3.3 Выбор основного оборудования	47
3.4 Выбор оснастки	53
3.5 Составление схем узловой и общей сборки	54

3.6	Выбор методов контроля. Регламент проведения. Оборудование	57
3.7	Разработка технологической документации	63
3.8	Техническое нормирование операций	65
4	Разработка сборочно-сварочных приспособлений	72
4.1	Проектирование сборочно-сварочных приспособлений	72
4.2	Расчёт элементов приспособления	73
4.3	Разработка эксплуатационной документации на приспособление	74
5	Проектирование участка сборки сварки	77
5.1	Состав сборочно-сварочного цеха	77
5.2	Расчёт основных элементов производства	77
5.2.1	Определение количества необходимого числа оборудования	78
5.2.2	Определение состава и численности рабочих	80
5.3	Пространственное расположение производственного процесса	81
6.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	84
6.1	Финансирование проекта и маркетинг	84
6.2	Экономический анализ техпроцесса	84
6.2.1	Расчет капитальных вложений в производственные фонды	85
6.2.1.1	Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления	85
6.2.1.2	Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями	87
6.2.2	Расчет себестоимости единицы продукции	88
6.2.2.1	Определение затрат на основные материалы	89
6.2.2.2	Определение затрат на вспомогательные материалы	90
6.2.2.3	Определение затрат на заработную плату	91
6.2.2.4	Определение затрат на силовую электроэнергию	92
6.2.2.5	Затраты на амортизацию и ремонт оборудования	93
6.2.2.6	Затраты на амортизацию приспособлений	94
6.2.2.7	Определение затрат на содержание помещения	95
6.3	Расчет технико-экономической эффективности	96

6.4 Основные технико-экономические показатели участка	97
7 Социальная ответственность	98
7.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	99
7.1.1 Законодательные и нормативные документы	100
7.2 Производственная безопасность	103
7.2.1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	103
7.2.2 Обеспечение требуемого освещения на участке	109
7.2.3 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды	110
7.2.4 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов	112
7.3 Экологическая безопасность	113
7.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	114
Заключение	116
Библиография	117
Приложение А (Спецификация Рештак)	122
Приложение Б (Спецификация Приспособление сборочно-сварочное)	123
Приложение В (Технологический процесс)	125
Приложение Г (Инструкция по эксплуатации приспособления)	145
CD-R	в конверте на обороте обложки
Графический материал	На отдельных листах
ФЮРА.000800.169.00.000 СБ Рештак. Сборочный чертеж	Формат 2-А1
ФЮРА.000001.169.00.000 СБ Приспособление сборочно-сварочное. Сборочный чертеж	Формат 3-А1
ФЮРА.000002.169 ЛП План участка	Формат А1
ФЮРА.000003.169 ЛП Система вентиляции участка	Формат А1
ФЮРА.000004.169 ЛП Основные технико-экономические показатели	Формат А1

ФЮРА.000005.169 ЛП Карта организации труда на производственном
участке.

Формат А1

ФЮРА.000006.169 ЛП Технологическая схема сборки и сварки
изделия

Формат А1

Обозначения, сокращения, нормативные ссылки

- УСП – универсально-сборные приспособления;
- ПТД – проектно-технологическая документация;
- ВИК – визуальный и измерительный контроль;
- СТК – служба технического контроля;
- НТД – нормативно-техническая документация;
- ПТД – производственно-техническая документация;
- КПД – коэффициент полезного действия;
- ПВК – контроль проникающими веществами;
- ИТР – инженерно-технические работники;
- МОП – младший обслуживающий персонал;
- ОСТ 12.44.107-79 – Изделия угольного машиностроения. Общие технические требования к изготовлению;
- СНиП 3.03.01-87 – Несущие и ограждающие конструкции;
- СТО 9701105632-003-2021 – Инструкция по визуальному и измерительному контролю;
- ТУ 14-1-4632-93 – Прокат листовой и полосовой термообработанный повышенного качества;
- ГОСТ 14771-76 – Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные;
- ГОСТ 19903-74 – Прокат листовой горячекатаный. Сортамент;
- ГОСТ 19281-2014 – Прокат повышенной прочности. Общие технические условия;
- ГОСТ 977-88 – Отливки стальные. Общие технические условия;
- ГОСТ 2246-70 – Проволока стальная сварочная;
- ГОСТ Р ИСО 14175-2010 – Газы и газовые смеси для сварки плавлением и родственных процессов;
- ГОСТ 3242-69 – Соединения сварные. Методы контроля качества;

ГОСТ Р ИСО 17637-2014 – Контроль неразрушающий. Визуальный контроль соединений, выполненных сваркой плавлением;

ГОСТ 8.051-81 – Погрешности, допускаемые при измерении линейных размеров до 500 мм;

ГОСТ 6996-66 – Сварные соединения. Методы определения механических свойств;

ГОСТ 18442-80 – Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования;

ГОСТ 21105-87 – Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый метод;

ГОСТ 3.1705-81 – Правила записи операций и переходов. Сварка;

ГОСТ 3.1703-79 – Правила записи операций и переходов. Слесарные, слесарно-сборочные работы;

ГОСТ 6540-68 – Гидроцилиндры и пневмоцилиндры. Ряды основных параметров;

ГОСТ Р 2.601-2019 «Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы»;

ГОСТ Р 2.610 «Единая система конструкторской документации. Правила выполнения эксплуатационных документов».

Введение

Процесс угледобычи достаточно сложен в плане технологии и требует больших затрат для привлечения техники и ресурсов.

Шахтный способ является одним из наиболее старых и высокотехнологичных для настоящего времени методов добычи полезных ископаемых. При глубинном залегании угля (свыше 500 метров под землей) вскрышные работы потребуют колоссальных затрат. Поэтому наиболее рентабельным является сооружение шахты с последующей прокладкой горизонтальных проходов.

После организации технологического процесса: укрепления стен и прокладки рельсов, обеспечения вентиляции и удаления воды, запуска в работу проходческих врубовых и очистных комбайнов, начинается добыча угля и транспортировка его на поверхность.

Шахтный способ достаточно дорог и небезопасен, хотя и обеспечивает большие объёмы выработки высококачественного сырья, не нанося существенного экологического ущерба окружающей среде [1].

В настоящее время одним из главных направлений повышения эффективности работы отечественных угольных предприятий является концентрация горных работ и интенсификация производственных процессов на основе создания и использования новой высокопроизводительной, надёжной и безопасной горной техники.

Современные горные предприятия, в том числе угольные шахты, используют большую номенклатуру машин различного назначения, основными группами которых являются горные, горно-транспортные и стационарные машины.

К горным машинам для подземной добычи полезных ископаемых относятся машины, производящие отделение горной породы от массива, ее погрузку на транспортные средства, крепление очистных и подготовительных

выработок, бурение шпуров и скважин, а также механизацию ряда вспомогательных операций. Различают выемочные машины, механизированные крепи, бурильные машины, погрузочные и буропогрузочные машины и вспомогательное оборудование разных видов [2].

Изготовление рештака перегружателя, который является частью горнодобывающего оборудования, является актуальной задачей.

Целью работы является разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки рештака перегружателя.

Задачами выполнения работы являются: анализ конструкции, выбор сварочного оборудования, нормирование операций, выбор и расчёт основных элементов производства, рациональное размещение элементов производства в цехе.

Объектом разработки является технология изготовления рештака перегружателя.

Предметом разработки является проектирование участка сборки-сварки рештака перегружателя.

1 Обзор и анализ литературы

Исходными данными для выбора или разработки сборочно-сварочных приспособлений являются: чертежи деталей и сварной конструкции в целом; технологический процесс изготовления сварной конструкции; технические условия на изготовление и приемку конструкции; производственная программа, назначение и условия эксплуатации приспособления.

Сварочные приспособления позволяют расширить технологические возможности сварочного оборудования, повысить производительность за счет механизации и автоматизации процесса, снизить уровень требуемой квалификации персонала, улучшить условия и безопасность труда, а также понизить себестоимость конструкций [3].

1.1 Механизмы для установки

Специальные сварочные приспособления требуются для того, чтобы задать правильное расположение в пространстве свариваемым элементам. Наибольшее распространение получили [4]:

- уголки;
- упоры;
- призмы;
- шаблоны.

Упорные устройства предназначены для фиксирования заготовки на основной поверхности. Большая часть применяются постоянно, так как сварной шов обеспечивает лишь высокую степень герметизации. Кроме этого, встречаются и откидные варианты исполнения, которые можно демонтировать при необходимости. Уголок сварочный и шаблон промышленный показаны на рисунках 1.1 и 1.2.



Рисунок 1.1 – Уголок сварочный [4]



Рисунок 1.2 – Шаблон промышленный [4]

Часто нужно выдержать определенный угол расположения труб. Для этого могут использоваться специальные уголки, которые изготавливаются из самых различных материалов.

Призмы предназначены для фиксации цилиндрической профильной заготовки. Как правило, подобные конструкции изготавливаются из металлических уголков. При необходимости требуемые элементы для фиксации можно изготовить самостоятельно при применении сварочного оборудования.

1.2 Приспособления для крепежа

Некоторые приспособления для сварки предназначены не для расположения свариваемых элементов, а их надежной фиксации на момент

проведения работ. Прижимы и зажимы для сварки получили широкое распространение, так как после образования сварочного шва соединяемые элементы должны находиться в неподвижном состоянии. Наибольшее распространение получили [4]:

- стяжки используются для сближения двух одинаковых элементов. Особенности подобной конструкции зависят от многих моментов, к примеру, предназначения;

- зажимы характеризуются удобством в применении. Изменить размер зева можно при помощи зажимного винта и штифта. При желании подобный механизм можно изготовить в домашней мастерской;

- прижимы также получили широкое распространение. Они бывают пружинного, рычажного и клинового типа. Простейший прижим создается из обычной винтовой пары, которые изменяют положение параллельно расположенных пластин. В продаже встречаются гидравлические прижимы, которые применяются крайне редко. Это связано с их высокой стоимостью и малой практичностью в использовании. Если нужно обеспечить давление около 500 кг/см^2 и более они практически незаменимы. Более практичны в применении прижимы с магнитным прижимом, так как они просты и маневренны. Их конструктивные особенности позволяют быстро совместить кромки соединяемых деталей. Для оказания давления может применяться пневматика, представленная сжатым воздухом. За счет высокой упругости пневматика компенсирует деформацию свариваемых деталей;

- распорки применяются для выравнивания кромок собираемых конструкций. Некоторые варианты исполнения распорок используются для решения проблем с дефектами;

- струбцины считаются универсальным механизмом. Практически все мастера указывают на то, что без подобного инструмента практически не обойтись. В продаже встречаются варианты исполнения разной формы и размеров, за счет чего можно подобрать наиболее подходящий вариант

исполнения под конкретные условия сварки. В последнее время наибольшей популярностью пользуется устройства, который позволяет быстро провести зажим заготовки.

Стяжки и струбцина показаны на рисунках 1.3 и 1.4.



Рисунок 1.3 – Стяжки [4]



Рисунок 1.4 – Струбцина [4]

1.3 Пневматические и гидравлические приводы зажимных устройств

Для сокращения вспомогательного времени на зажатие длинномерных деталей используются пневматические и гидравлические прижимы, которые позволяют обеспечивать требуемые усилия прижатия одновременно в нескольких точках.

Основной частью пневматического привода является силовой узел, в качестве которого применяются пневмоцилиндры одностороннего или двустороннего действия, диафрагменные камеры и воздушные рукава.

На рисунке 1.5 представлена схема работы пневмоцилиндра одностороннего действия, в котором сжатый воздух перемещает поршень только в одну сторону, обратный ход осуществляется возвратной пружиной. В таких пневмоцилиндрах требуется одностороннее уплотнение поршня и не требуется уплотнение штока. К недостаткам можно отнести расходование части усилия при рабочем ходе на сжатие возвратной пружины и возможность применять в прижимах с коротким ходом поршня.

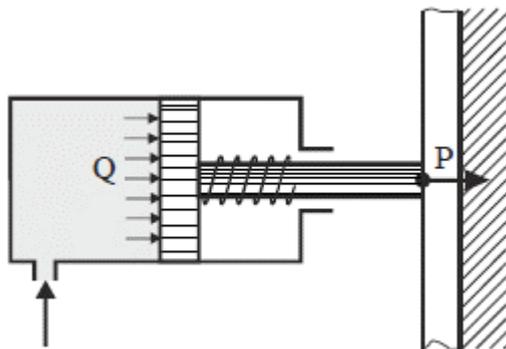


Рисунок 1.5 – Пневматический прижим [5]

В пневмоцилиндрах двустороннего действия поршень перемещается в обе стороны сжатым воздухом, что требует уплотнение поршня и штока одновременно.

Пневматические прижимы часто используются на предприятиях благодаря наличию сети сжатого воздуха, сравнительной простоте конструкции, надежности в работе и удобству управления. Несмотря на указанные достоинства пневмоприводов, гидравлические прижимы превосходят их по нескольким параметрам, что способствует выбору в пользу гидропривода.

Гидравлические прижимы позволяют развивать усилия, в десять и более раз превосходящие усилия пневмоприжимов. Благодаря этому диаметры

гидроцилиндров намного меньше, что обеспечивает возможность вписать их в любую конструкцию приспособления. Также выбор в пользу гидропривода делается при необходимости увеличения хода штока, т. к. он обеспечивает плавность и бесшумность в работе. Пневмоцилиндры при большом ходе штока работают рывками и со значительным шумом, создавая добавочную динамическую нагрузку на все связанные с цилиндрами механизмы и опорные конструкции.

К недостаткам гидроприводов относятся высокая первоначальная стоимость, связанная с необходимостью создания гидростанции, и усложнение эксплуатации из-за частой утечки масла.

Пневмо- и гидроцилиндры могут поджимать детали напрямую штоком или через рычажную систему. При совместном использовании пневмо- и гидроприводов с рычагами реализуются всевозможные компоновки приспособлений и обеспечивается увеличение усилия прижатия деталей.

Форма корпуса цилиндра и места крепления к приспособлениям могут быть различны в зависимости от конструктивной схемы самого приспособления. По конструкции крепления к корпусу приспособления различают цилиндры с фланцевым креплением, с креплением на лапах и с шарнирным креплением (качающиеся).

По схеме расчета пневматические и гидравлические прижимы схожи и при индивидуальном проектировании расчет производится по заданному усилию зажатия детали [5].

1.4 Электромеханические и электромагнитные прижимы

Электромеханические прижимы обладают рядом достоинств [5]:

- бесшумность в работе;
- долговечность;
- малые эксплуатационные расходы;

- обеспечение быстродействия и условия самоторможения.

Электромеханический привод состоит из электродвигателя и зажимного устройства. Центрирование заготовок может осуществляться в призмах, а прижатие заготовки рычагом и винтовой парой. Такая схема позволяет одновременно устанавливать в приспособлении несколько деталей с цилиндрической поверхностью.

Электромагнитные прижимы применяются в основном для сборки и сварки тонколистовых полотнищ и для зажатия деталей, изготовленных из материала с высокой магнитной проницаемостью. Они изготавливаются в виде плоской или лекальной постели со встроенными электромагнитами, между которыми могут быть расположены флюсомедная или флюсовая подушка с пневматическим прижимом. Электромагниты, расположенные вдоль шва, плотно притягивают кромки стыкуемых листов к сборочному стенду. Расположение магнитов определяется раскроем листов и их числом в секции.

К достоинствам таких прижимов можно отнести [5]:

- равномерное распределение силы притяжения по всей опорной поверхности;
- высокая жесткость;
- свободный доступ к свариваемым поверхностям;
- универсальность;
- простоту и компактность.

1.5 Вывод

Выше рассмотрены несколько устройств для установки и фиксации деталей. Так как некоторые детали обладают значительной массой, то для фиксации деталей лучше использовать пневмоприжимы. По сравнению с электромагнитными прижимами пневмоприжимы требуют энергии только во

время зажатия, а электромагнитные, во все время фиксации, должны обеспечиваться электропитанием.

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 является сложной коробчатой сварной конструкцией.

Конструкция изделия представлена на ФЮРА.000800.169.00.000 СБ. Спецификация рештака перегружателя приведена в приложении А. Габаритные размеры изделия: 1605 мм×1094 мм×280 мм.

Масса, кг: 875 кг.

В конструкции изделия имеются отверстия, что облегчает строповку изделия при перемещении его с помощью кран-балки.

2.2 Требования НД, предъявляемые к конструкции

Изделие изготавливается согласно ОСТ 12.44.107-79 «Изделия угольного машиностроения. Общие технические требования к изготовлению».

2.2.1 Требования к подготовке кромок

Зазоры между деталями и разделка кромок, собранными под сварку, смещения кромок деталей и геометрические размеры сварных швов должны соответствовать требованиям ГОСТ 14771-76 [6].

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 [6].

2.2.2 Требования к сборке сварного соединения

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 неответственные конструкции допускается собирать без приспособлений.

Собранная конструкция подлежит приемке техническим контролем [6].

2.2.3 Требования к сварке при 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.

2.2.4 Требования к сварке

По окончании сборочных работ швы прихваток и места под сварку должны быть зачищены от шлака и брызг металла [6].

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.

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

Предельные отклонения несопрягаемых размеров, получающихся после сварки, не должны превышать значений, указанных в таблице 2.1 [6].

Таблица 2.1 – Предельные отклонения несопрягаемых размеров

Интервал номинальных размеров, мм	Предельные отклонения размеров между поверхностями, ±	
	обработанными резанием	не обработанными резанием
До 180 вкл.	1,5 мм	2,0 мм
Св. 180 до 260 вкл.	1,5 мм	2,5 мм
" 260 " 500 "	2,0 мм	3,0 мм
" 500 " 3150 "	$\frac{JT16}{2}$ по ОСТ 12.44.111-79	$\frac{JT17}{2}$ по ОСТ 12.44.111-79
"3150 " 10000"	$\frac{JT16}{2}$ по СТ СЭВ 177-75	$\frac{JT16}{2}$ по СТ СЭВ 177-75

Примечание. Если требуемую точность конструкции невозможно обеспечить сваркой, то ее следует достигать за счет последующей обработки резанием.

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 [6].

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) [7];
- при сварке проволокой диаметрами 1,2 мм высота валика не должна быть менее 5 мм.

В многослойных швах перед наложением каждого последующего шва предыдущий должен быть очищен от шлака [6].

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 [8].

2.2.5 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 [9].

При проведении ВИК освещенность контролируемых поверхностей должна быть достаточной для надежного выявления дефектов, но не менее 500 Лк. [10, 11].

Окраску поверхностей стен, потолков, рабочих столов и стенов на участках визуального и измерительного контроля рекомендуется выполнять в светлых тонах (белый, голубой, желтый, светло-зеленый, светло-серый) для увеличения контрастности контролируемых поверхностей деталей (сборочных единиц, изделий), повышения контрастной чувствительности глаза, снижения общего утомления специалиста, выполняющего контроль.

Для выполнения контроля должен быть обеспечен достаточный обзор для глаз специалиста. Подлежащая контролю поверхность должна рассматриваться под углом более 30° к плоскости объекта контроля и с расстояния до 600 мм [10, 11].

Шероховатость зачищенных под контроль поверхностей деталей, сварных соединений, а также поверхность разделки кромок деталей (сборочных единиц, изделий), подготовленных под сварку, должна быть не более $Rz\ 80$ [10, 11].

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 [9].

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 швах сварных соединений конструкций, возводимых или эксплуатируемых в районах с расчетной температурой ниже минус 40 °С до минус 65 °С включительно допускаются внутренние дефекты, эквивалентная площадь которых не превышает половины значений допустимой оценочной площади (см. таблица П14.4 [9]). При этом наименьшую поисковую площадь необходимо уменьшить в два раза. Расстояние между дефектами должно быть не менее удвоенной длины оценочного участка.

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

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

2.3 Методы и средства 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 дипломном проекте:

1. Расчетный метод. Рассчитываются технологические режимы, элементы сборочно-сварочных приспособлений, техническое и материальное нормирование операций, вентиляция. Расчеты проводились в программе *MathCad 14*.

2. Проектировочный метод. Был спроектирован участок сборки-сварки рештака перегружателя. Участок сборки-сварки был вычерчен в программе *Компас 3D V16*.

2.4 Постановка задачи

Целью работы является разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки рештака перегружателя.

Задачами выполнения работы являются: анализ конструкции, выбор сварочного оборудования, нормирование операций, выбор и расчёт основных элементов производства, рациональное размещение элементов производства в цехе.

Технологический процесс должен обеспечить качество, экономичность, обеспечить оптимальный уровень механизации и автоматизации производства. Изготовление рештака перегружателя должно быть технологичным.

При выполнении выпускной квалификационной работы необходимо:

- 1) произвести выбор наиболее эффективного метода сварки и сварочных материалов;
- 2) подобрать сварочное оборудование;
- 3) произвести техническое нормирование операций, материальное нормирование;
- 4) необходимо рассчитать состав всех основных элементов производства;
- 5) произвести расчёт и конструирование оснастки;
- 6) разработать участок сборки и сварки решётки перегружателя.

3 Разработка технологического процесса

3.1 Анализ исходных данных

3.1.1 Основные материалы

Изготавливаемое изделие – рештак перегружателя. Детали изготовлены из сталей следующих марок: 10ХСНД, 09Г2С, 14ХГ2САФД и Сталь 35Л.

Химический состав механические свойства стали 10ХСНД приведены в таблицах 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1 – Химический состав стали 10ХСНД (ГОСТ 19903-74) в % [12]

<i>C</i>	<i>Mn</i>	<i>Si</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Cu</i>	<i>P</i>	<i>S</i>	<i>N</i>
до 0,12	0,5-0,8	0,8-1,1	0,6-0,9	0,5-0,8	0,4-0,6	0,035	0,040	0,008

Таблица 3.2 – Механические свойства стали 10ХСНД [12]

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %
350	390	19

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 [12].

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

Таблица 3.3 – Химический состав стали 09Г2С в % (ГОСТ 19281-2014) [12]

<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>C</i>	<i>V</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Cu</i>	<i>P</i>	<i>S</i>	<i>As</i>	<i>N</i>
Не более										
0,5-0,8	1,3-1,7	0,12	0,008	0,3	0,3	0,3	0,035	0,03	0,08	0,008

Таблица 3.4 – Механические свойства стали 09Г2С [12]

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

09Г2С – низколегированная сталь хорошо сваривается всеми способами сварки не имеющая склонности к отпускной хрупкости. Сталь предназначена для изготовления различных деталей и элементов сварочных металлоконструкций, работающих при температуре окружающей среды от минус 70 °С до плюс 425 °С под давлением [12].

Химический состав и механические свойства стали 14ХГ2САФД приведены в таблицах 3.5 и 3.6.

Таблица 3.5 – Химический состав стали 14ХГ2САФД (ТУ 14-1-4632-93) в % [13]

<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 3.6 – Механические свойства стали 14ХГ2САФД [13]

σ_B , МПа	σ_T , МПа	δ_6 , %	KCU_{40} МДж/м ²
490-735	590-835	16	59

14ХГ2САФД – легированная высокопрочная износостойкая мартенситно-бейнитная сталь. Является аналогом шведских марок *HARDOX WELDOX*. Обладает высокой сопротивляемостью хрупкому разрушению.

Эта сталь применяется для производства платформ большегрузных автосамосвалов, конструкций крепей шахт, несущих конструкций мостов [13].

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

Таблица 3.7 – Химический состав стали 35Л в % ГОСТ 977-88 [12]

<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>P</i>	<i>S</i>
0,32–0,4	0,20–0,52	0,45–0,9	Не более	
			0,05	0,05

Таблица 3.8 – Механические свойства стали 35Л [12]

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

Назначение стали 35Л: корпуса и обоймы турбомашин, станины прокатных станов, зубчатые колеса, детали гидротурбин, тяги, бегунки, бабы паровых молотов, задвижки, балансиры, диафрагмы, катки, вилки, кронштейны и другие детали, работающие под действием средних статических и динамических нагрузок. Для плавающих головок подогревателей и теплообменников, работающих при температуре от -30 до +450°С.

При выборе материала ключевой критерий – это степень свариваемости. Определение указанного понятия должно основываться на физической природе сварочного процесса и соотношения металлов с данными процессами. Сварочный процесс носит комплексный характер и представляет собой, по сути, несколько процессов, которые осуществляются в одно и то же время; из них ключевыми выступают следующие: тепловое воздействие на металл в зонах вблизи швов; плавление; металлургические процессы; кристаллизация металла на участке сплавления. Свариваемость металлов представляет собой, таким

образом, соотношение между указанными процессами и характеристиками металлов. Свариваемость может рассматриваться как с технологической позиции, так и с физической [14].

Для классификации по свариваемости стали подразделяются на четыре группы [15]:

- 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 [16]:

$$C_{\text{ЭКВ}} = C + 2 \times S + (P/3) + ((Si - 0,4)/4) + (Ni/8) + ((Mn - 0,8)/8) + (Cu/10) + (Cr - 0,8/10), \quad (3.1)$$

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 10ХСНД:

$$C_{\text{ЭКВ}} = 0,12 + 2 \times 0,03 + (0,035/3) + ((0,05 - 0,4)/4) + (0,3/8) + ((1,3 - 0,8)/8) + (0,3/10) + (0,3 - 0,8/10) = 0,307\%.$$

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 09Г2С:

$$C_{\text{экв}} = 0,12 + 2 \times 0,03 + (0,035/3) + ((0,05 - 0,4)/4) + (0,3/8) + ((1,7 - 0,8)/8) + (0,3/10) + \\ + (0,3 - 0,8/10) = 0,234\%.$$

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 14ХГ2САФД:

$$C_{\text{экв}} = 0,12 + 2 \times 0,02 + (0,035/3) + ((0,4 - 0,4)/4) + (0,3/8) + ((1,4 - 0,8)/8) + (0,1/10) + \\ + (0,05 - 0,8/10) = 0,264\%.$$

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 35Л:

$$C_{\text{экв}} = 0,32 + 2 \times 0,05 + (0,05/3) + ((0,2 - 0,4)/4) + (0/8) + ((0,45 - 0,8)/8) + (0/10) + \\ + (0 - 0,8/10) = 0,263\%.$$

Сталь 10ХСНД – низколегированная конструкционная ГОСТ 19903-74 [12]. Сталь 09Г2С – углеродистая ГОСТ 19281-2014 [12]. Сталь 14ХГ2САФД – легированная высокопрочная износостойкая мартенситно-бейнитная по ТУ 14-1-4632-93 [12]. Эти стали относятся к первой группе свариваемости и обладают хорошей свариваемостью [13,14]. Ограничения по свариваемости могут быть лишь по минимальной температуре окружающей среды (не ниже минус 10 градусов по Цельсию). Этому способствует ускоренное охлаждение шва. Кроме того, наплавленный металл иногда легируют небольшим количеством марганца и кремния через сварочную проволоку.

Сталь 35Л – низколегированная для отливок ГОСТ 977-88 [12]. Эта сталь относится ко второй группе свариваемости и обладают удовлетворительной свариваемостью. Рекомендуется подогрев и последующая термообработка [14].

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 10ХСНД, 09Г2С, 14ХГ2САФД и Сталь 35Л рекомендуются следующие способы сварки: ручная дуговая сварка, плавящимся электродом в защитном газе, автоматическая дуговая сварка под флюсом [16]. Выбираем сварку плавящимся электродом в среде защитных газов, 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

Оптимальный выбор сварочной проволоки предусматривает обязательный учёт химического состава свариваемых материалов, к которому должен быть приближен и состав проволоки. Для сварки в защитной газовой среде представляется оптимальным использование сварочной проволоки Св-08Г2С-О 2246-70 (диаметр – 1,2 мм). Химический состав проволоки и механические свойства металла шва приведены в таблице 3.9 и 3.10.

Таблица 3.9 – Химический состав проволоки Св-08Г2С-О в % по ГОСТ 2246-70 [17]

C	Mn	Si	Ni	Cr	S	P
			не более			
0,05÷0,11	1,8÷2,1	0,7÷0,95	0,025	0,02	0,025	0,03

Таблица 3.10 – Механические свойства металла шва [18]

σ_B , МПа	δ , %	KV, Дж	KCU, Дж/см ²	
		-20 ⁰ С	-40 ⁰ С	-60 ⁰ С
510	12	47	-	43

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

Химический состав проволоки Св-18ХГС и механические свойства металла шва приведены в таблице 3.11 и 3.12.

Таблица 3.11 – Химический состав проволоки Св-18ХГС в % по ГОСТ 2246-70 [17]

C, %	Si, %	Mn, %	Cr, %	Ni, %	S, %	P, %	N
				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

Таблица 3.12 – Механические свойства металла шва [19]

σ_B , МПа	δ , %	KV, Дж	KCU, Дж/см ²	
		-20 ⁰ С	-40 ⁰ С	-60 ⁰ С
640-940	-	-	-	-

Для защиты сварочной дуги и сварочной ванны принимаем смесь ISO 14175 – M21 – ArC – 20 двуокиси углерода с аргоном в соотношении 20% двуокиси углерода к 80% аргона (ГОСТ Р ИСО 14175-2010). Смесь газов, по сравнению со сваркой в чистом углекислом газе снижает разбрызгивание

расплавленного металла электродной проволоки и достигается лучшее смачивание верхней части шва [20].

Для защиты сварочной дуги и сварочной ванны принимаем флюс АН-348А. 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 3.13.

Таблица 3.13 – Химический состав флюса АН-348А в % [21]

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 Расчёт технологических режимов

К параметрам сварки в смеси газов плавящимся электродом относятся [15]:

- 1) Диаметр электродной проволоки d_m ;

- 2) Сварочный ток I_c ;
- 3) Напряжение сварки U_c ;
- 4) Расход защитного газа $g_{зз}$;
- 5) Скорость сварки V_c ;
- 6) Скорость подачи электродной проволоки $V_{эл}$;
- 7) Вылет электродной проволоки $l_в$;
- 8) Общее количество проходов $n_{по}$.

Рассчитаем нахлесточное соединение Н1-18 которое показано на рисунке

3.1:

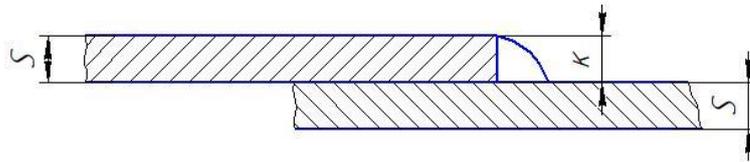


Рисунок 3.1 – Нахлесточное соединение Н1-18

Диаметр электродной проволоки рассчитываем по формуле [15]:

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

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 $F_{HK}=20 \text{ мм}^2$ и $F_{HЗ}=40 \text{ мм}^2$.

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

Определим общее количество проходов [15]:

$$n_{по} = \frac{F_{НО} - F_{HK}}{F_{HЗ}} + 1 = \frac{217 - 20}{40} + 1 = 5,9. \quad (3.3)$$

Примем $n_{пр} = 6$.

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

$$F'_{НЗ} = \frac{F_{НО} - F_{НК}}{n_{по} - n_{пк}} = \frac{217 - 20}{6 - 1} = 39,7 \text{ мм}^2. \quad (3.4)$$

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

$$d_{ЭПК} = (0,149 \dots 0,409) \times F_{НК}^{0,625} = (0,149 \dots 0,409) \times 20^{0,625} = 0,97 \dots 2,66 \text{ мм} \quad (3.5)$$

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

Примем стандартные значения диаметра сварочной проволоки:

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

Рассчитаем скорость сварки для корневого, заполняющего проходов [15]:

$$V_{СК} = \frac{8,9 \times d_{ЭПК}^2 + 50,6 \times d_{ЭПК}^{1,5}}{F_{НК}} = \frac{8,9 \times 1,2^2 + 50,6 \times 1,2^{1,5}}{20} = 3,97 \frac{\text{мм}}{\text{с}}, \quad (3.7)$$

$$V_{СЗ} = \frac{8,9 \times d_{ЭПЗ}^2 + 50,6 \times d_{ЭПЗ}^{1,5}}{F'_{НЗ}} = \frac{8,9 \times 1,2^2 + 50,6 \times 1,2^{1,5}}{39,4} = 2,01 \frac{\text{мм}}{\text{с}}, \quad (3.8)$$

Принимаем $V_{СК} = 4 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 14,4 \frac{\text{м}}{\text{ч}}$, $V_{СЗ} = 3 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 10,8 \frac{\text{м}}{\text{ч}}$.

При известных площадях наплавленного металла, диаметрах электродных проволок и скорости сварки рассчитаем скорости подачи электродной проволоки по формуле [15]:

$$V_{ЭПК} = \frac{4 \times V_{СК} \times F_{НК}}{\pi \times d_{ЭПК}^2 \times (1 - \psi_P)} = \frac{4 \times 4 \times 20}{\pi \times 1,2^2 \times (1 - 0,1)} = 78,9 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 283 \frac{\text{м}}{\text{ч}}, \quad (3.9)$$

$$V_{ЭПЗ} = \frac{4 \times V_{СЗ} \times F'_{НЗ}}{\pi \times d_{ЭПЗ}^2 \times (1 - \psi_P)} = \frac{4 \times 3 \times 39,4}{\pi \times 1,2^2 \times (1 - 0,1)} = 116 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 418 \frac{\text{м}}{\text{ч}}, \quad (3.10)$$

Рассчитаем сварочный ток для корневого, заполняющего и подварочного проходов при сварке на обратной полярности [15]:

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

$$= 1,2 \times \left(\sqrt{1450 \times 1,2 \times 66,3 + 145150} - 382 \right) = 179 \text{ А}, \quad (3.11)$$

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

$$= 1,2 \times \left(\sqrt{1450 \times 1,2 \times 65,3 + 145150} - 382 \right) = 250 \text{ А}. \quad (3.12)$$

Расчетное значение сварочного тока не выходит за пределы ограничений для положения $I_C \leq 510$ А. При расчете режимов для смеси газов $Ar + CO_2$ необходимо вводить поправочный коэффициент $k_{см}$, $k_{см} = 1,1 \dots 1,15$. С учетом поправочного коэффициента:

$$I_{СК} = 179 \times 1,15 = 206 \text{ А},$$

$$I_{СЗ} = 250 \times 1,12 = 280 \text{ А}.$$

Принимаем $I_c = 210-280$ А.

Определим напряжение сварки корневого и заполняющего проходов [15]:

$$U_C = 14 + 0,05 \times I_C, \quad (3.13)$$

$$U_{СК} = 14 + 0,05 \times 210 = 24,5 \text{ В},$$

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

Расход защитного газа $Ar + CO_2$ для соответствующих проходов [15]:

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

$$q_{згк} = 3,3 \cdot 10^{-3} \times 210^{0,75} = 0,182 \frac{\text{л}}{\text{с}} = 11 \frac{\text{л}}{\text{мин}},$$

$$q_{згз} = 3,3 \cdot 10^{-3} \times 280^{0,75} = 0,223 \frac{\text{л}}{\text{с}} = 14 \frac{\text{л}}{\text{мин}}.$$

Аналогично рассчитаем остальные швы и сверив с литературой [22] полученные результаты занесем их в таблицы 3.14 и 3.15.

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	H1 - \sphericalangle 18	1,2	3-4	260-280	25-28	19,2	12-14	6
2	H1 - \sphericalangle 18	1,2	3-4	260-280	25-28	19,2	12-14	6
3	Нест.	1,2	3-4	260-280	25-28	19,2	12-14	2
6	Нест.	1,2	3-4	260-280	25-28	19,2	12-14	1
7	Нест.	1,2	3-4	260-280	25-28	19,2	12-14	3

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
4	Нест.	5	5-27	950-980	41-42	60	4
5	Нест.	5	5-27	900-935	40-41	60	2

3.3 Выбор основного оборудования

Выбираем источники сварочного тока и сварочный аппарат для механизированной сварки. Для сварки в среде защитного газа *ISO 14175 – M21* плавящимся электродом нужен источник тока, обеспечивающий ток сварки $I_c = 260-280$ А, напряжение сварки $U = 25-28$ [22]. Согласно требуемым условиям, выбираем сварочный полуавтомат ПРОФИ *MIG 350-1* [23]. Технические характеристики сварочного полуавтомата ПРОФИ *MIG 350-1* показаны в таблице 3.16.

Таблица 3.16 – Технические характеристики сварочного полуавтомата
ПРОФИ MIG 350-1 [23]

Наименование параметра	Значение
1	2
Напряжение питающей сети, В	380±15%
Частота питающей сети, Гц	50
Диапазон регулировки сварочного тока <i>MIG</i> , А	50-350
Диапазон регулировки сварочного тока <i>MMA</i> , А	50-280
Потребляемый ток, А	16,8
Диапазон регулировки сварочного напряжения <i>MIG</i> , В	16,5-31,5
Диапазон сварочного напряжения <i>MMA</i> , В	20,4-31,2
Напряжение холостого хода, В	65
Максимальная потребляемая мощность, кВт	13,8
Коэффициент мощности	0,93
ПВ, %	60
КПД, %	85
Тип подающего механизма	Встроенный
Скорость подачи проволоки, м/мин	2,5-18
Диаметр сварочной проволоки <i>MIG</i> , мм	0,8-1,2
Диаметр электрода <i>MMA</i> , мм	1,5-5,0
Степень изоляции	F
Класс защиты	IP21
Вес нетто, кг	44,64
Габариты аппарата, мм	890x400x680
Вес брутто, кг	54,4
Размеры индивидуальной упаковки, мм	1001x560x770
Наличие функции индуктивности	Да

Продолжение таблицы 3.16

1	2
Наличие розетки для подогревателя газа:	Да
Наличие режима работы 2Т/4Т	Да
Наличие функции <i>ММА</i>	Да

ПРОФИ *MIG 350-1* – это новая модель в линейке аппаратов ПРОФИ, которая работает от питающей сети 380 В в диапазоне $\pm 15\%$ без снижения характеристик. Аппараты позволяют производить сварку постоянным током, используя инверторную технологию преобразования и управления сварочным током на базе мощных *IGBT* транзисторов.

Применение принципа широтно–импульсной модуляции (*PWM*) обеспечивает удобное и точное управление силой сварочного тока, стабильность и устойчивость дуги. В обновленной линейке аппаратов ПРОФИ увеличено КПД до 85%.

Аппараты с дополнительной функцией ручной дуговой сварки. Могут сваривать металлы на прямой полярности и обратной. Смена полярности позволяет сваривать металлы порошковой проволокой.

Особенности ПРОФИ *MIG 350-1* [23]:

- функция индуктивности, где при высокой индуктивности аппарат сваривает более мягко, дуга более широкая и эластичная. При низкой индуктивности дуга более сконцентрированная и жесткая;
- возможность выбора 2-тактного и 4-тактного режимов сварки. Функция применима при сварке коротких или длинных швов;
- дополнительная функция ручной дуговой сварки *ММА*. Позволяет использовать покрытые электроды диаметром от 1,5 до 5,0 мм;
- наличие кнопки холостого прогона проволоки;
- встроенная розетка для подогревателя газа на 36 Вольт;
- металлический механизм подачи проволоки. Можно установить катушку с проволокой весом до 18 кг (*D300*);

- сборная платформа для перемещения газового баллона.

Для сварки под слоем флюса плавящимся электродом нужен источник тока, обеспечивающий ток сварки $I_s = 790-800$ А, напряжение сварки $U = 37-38$ В. Согласно требуемым условиям, выбираем сварочный автомат ТС-16-2 [24] в комплекте с выпрямителем ВДМ-1202СА [25]. Их технические характеристики представлены в таблицах 3.17 и 3.18.

Таблица 3.17 – Технические характеристики сварочного автомата ТС-16-2

Наименование параметра	Значение
Наименование сварочного выпрямителя	ВДМ-1202СА
Напряжение питающей сети, В, 50 Гц	3х380
Потребляемая мощность, кВА	102
Сварочный ток, А, при ПВ-100%	1250
Диаметр электродной проволоки, мм	2,0-5,0
Скорость сварки, м/ч, ориентировочно	16-126
Скорость подачи проволоки, м/ч	52-403
Емкость кассеты для проволоки, кг	15
Емкость бункера для флюса, дм ³	6,5
Масса трактора, кг	45
Масса выпрямителя, кг	350
Габариты трактора, мм, не более, ДхШхВ	580х360х610

Сварочный автомат ТС-16-2 предназначен для автоматической сварки и наплавки электродной проволокой под флюсом изделий из малоуглеродистых сталей. Он может производить сварку металлических соединений встык с разделкой и без разделки кромок, с копирами и без копиров, угловых швов, а также нахлесточных соединений. Швы могут быть прямолинейными и кольцевыми.

Изделие состоит из сварочного трактора ТС-16 и источника сварочного тока выпрямителя ВДМ-1202СА. Трактор служит для подачи электродной проволоки и флюса в зону сварки и представляет собой самоходное устройство, перемещающееся вдоль сварного шва по изделию или направляющей линейке.

Он имеет ступенчатые регулировки скорости подачи электродной проволоки и скорости перемещения тележки. Регулирование сварочного тока выпрямителя производится при помощи балластных реостатов РБ-306.

Достоинства трактора [24]:

- увеличенная мощность двигателя;
- увеличенная износостойкость редукторов за счет рациональной конструкции;
- усовершенствованный механизм подачи проволоки;
- съемный пульт управления;
- возможность подключения местного освещения;
- изменение центра тяжести трактора при сварке по наклонной плоскости;
- сменные ведущие ролики;
- возможность сцепления и расцепления колес с приводом с помощью муфты;
- наличие регулируемого копира для сварки тавровых швов и швов с разделкой кромок;
- наличие лазерной индикации для контроля движения по шву.

Таблица 3.18 – Технические характеристики сварочного выпрямителя ВДМ-1202СА [25]

Наименование параметра	Значение
1	2
Напряжение питания, В	3x380
Номинальный сварочный ток, А	1250
Номинальный сварочный ток поста, А	315
Коэффициент одновременности работы постов, не более	0,5
Количество сварочных постов, не более	8
Потребляемая мощность, кВА	96

Продолжение таблицы 3.18

1	2
Продолжительность включения (ПВ), %	100
Напряжение холостого хода, В, не более	75
Номинальное рабочее напряжение, В	60
Диаметр электрода	3,0-6,0
Охлаждение	принудительное
Габаритные размеры ДхШхВ, мм	900х640х720
Масса, кг	330

Сварочный выпрямитель ВДМ-1202СА – специальный сварочный источник предназначен для автоматической сварки под флюсом в составе сварочного автомата в комплекте со сварочным трактором типа ТС-16 и реостатами балластными РБ-306.

Может применяться для одновременного питания постоянным током восьми сварочных постов ручной дуговой сварки. Регулирование сварочного тока поста производится с помощью реостата РБ, поставляемого отдельно. Может использоваться для воздушно-дуговой строжки. Вольт-амперная характеристика – жесткая. Контроль сварочного тока и напряжения осуществляется с помощью амперметра и вольтметра, расположенных на лицевой панели.

Особенности конструкции [25]:

- реле контроля фаз, которое защищает машину при проблемах с сетью;
- блок предохранителей защиты цепей управления;
- используются штыревые диоды, имеющие высокий ударный ток;
- значительно снижены габаритные размеры выпрямителя за счет оригинального решения по намотке обмоток, увеличен срок службы и долговечность;
- исключено сползание катушек при динамических ударах,

возникающих при строжке и автоматической сварке;

- встроенный блок питания и управления для сварочного трактора
- автоматический выключатель (защита от короткого замыкания);
- простая конструкция;
- класс изоляции Н;
- температурный диапазон эксплуатации от -40°C до $+40^{\circ}\text{C}$;
- приспособлен для тяжелых условий эксплуатации.

Область применения выпрямителя: серийное производство металлоконструкций в строительстве, машиностроении и энергетике [25].

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 перегружателя предлагается применять для поворота изделия кантователь центральной двухстоечный ГРП-КД1-ПЦ-2000 [26]. На плите слесарной выполняется слесарная обработка и контроль.

При изготовлении рештака перегружателя необходимо разработать приспособление сборочно-сварочное, с помощью которого можно бы было закреплять собираемые детали, приспособление должно обеспечивать р-ры 115 ± 1 мм, 802_{-1} мм, 798^{+2} . Приспособление сборочно-сварочное будет разработано и рассчитано главе 4 и его внешний вид будет показан на чертеже ФЮРА.000001.169.00.000 СБ. а спецификация приспособления сборочно-сварочного показана в приложении Б.

3.5 Составление схем узловой и общей сборки

Технологический процесс сборки – это совокупность операций по соединению деталей в определённой технической и экономически целесообразной последовательности для получения сборочных единиц и изделий, соответствующих предъявляемым к ним требованиям.

Различают процессы узловой и общей сборки. Объектом узловой сборки является сборочная единица – самостоятельная часть машины или устройства, которая выполняет определённую функцию и может транспортироваться либо для установки, либо для реализации.

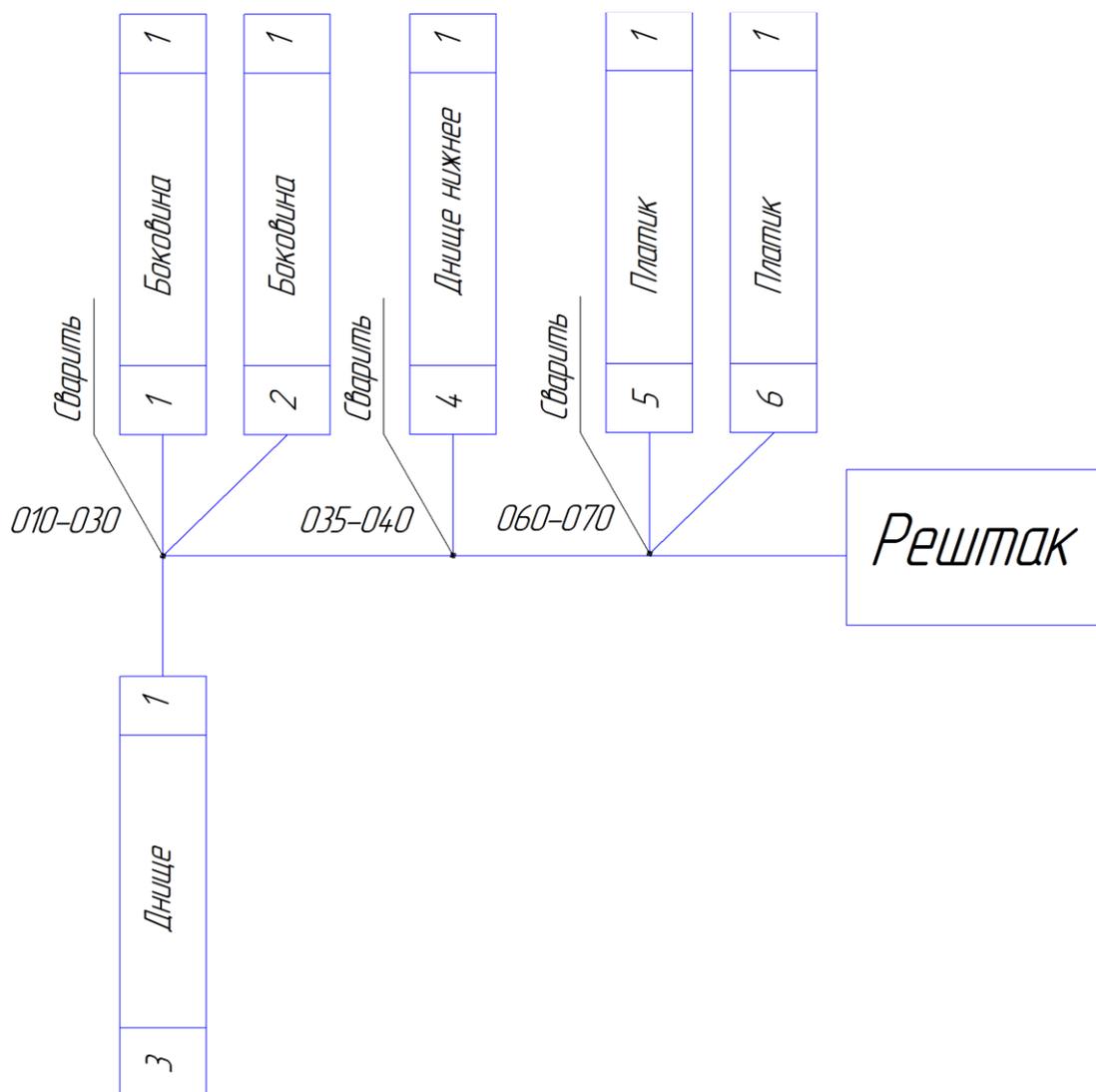
Технологическая схема сборки – графическое изображение последовательности сборки изделия или сборочной единицы.

Технологическая схема сборки содержит информацию о комплектующих изделиях или узлах (базовом элементе, сборочных единицах и деталях), последовательности их сборки, а также о методе сборки. Базовый элемент и готовое изделие связывает линия комплектования.

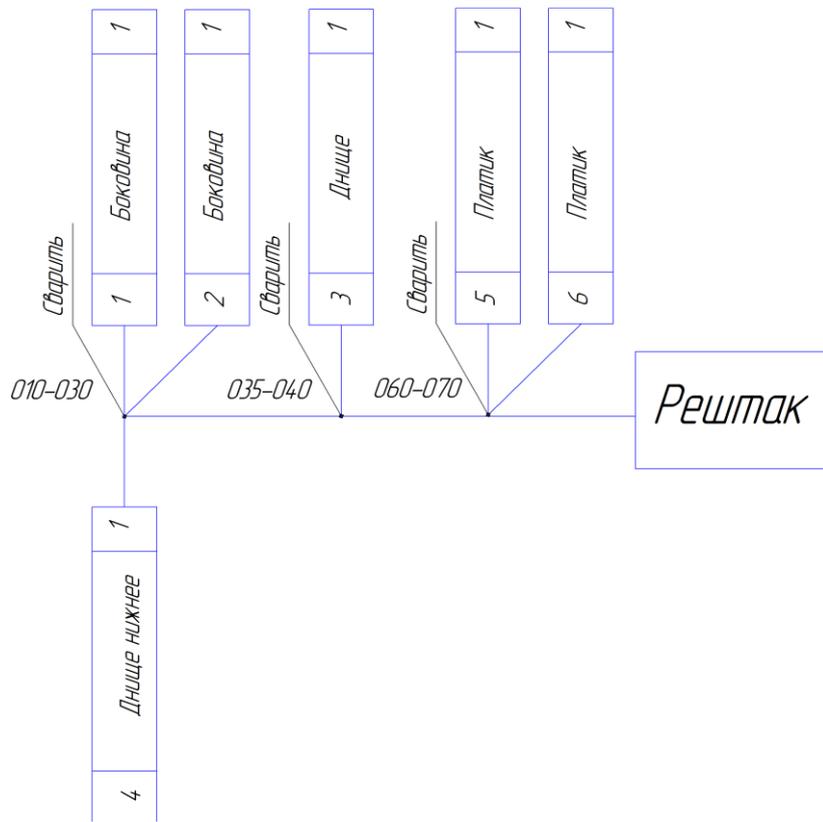
Сборочные единицы и отдельные детали, поступающие на сборку, могут располагаться по разные стороны от этой линии, но это не жёсткое правило. Иногда с целью получения более компактной схемы от него можно отойти.

Последовательность соединения деталей и узлов машины не может быть произвольной. Для простых узлов чаще всего возможна лишь одна последовательность сборки. Для сложных узлов и машин возможны различные варианты последовательности сборки [27].

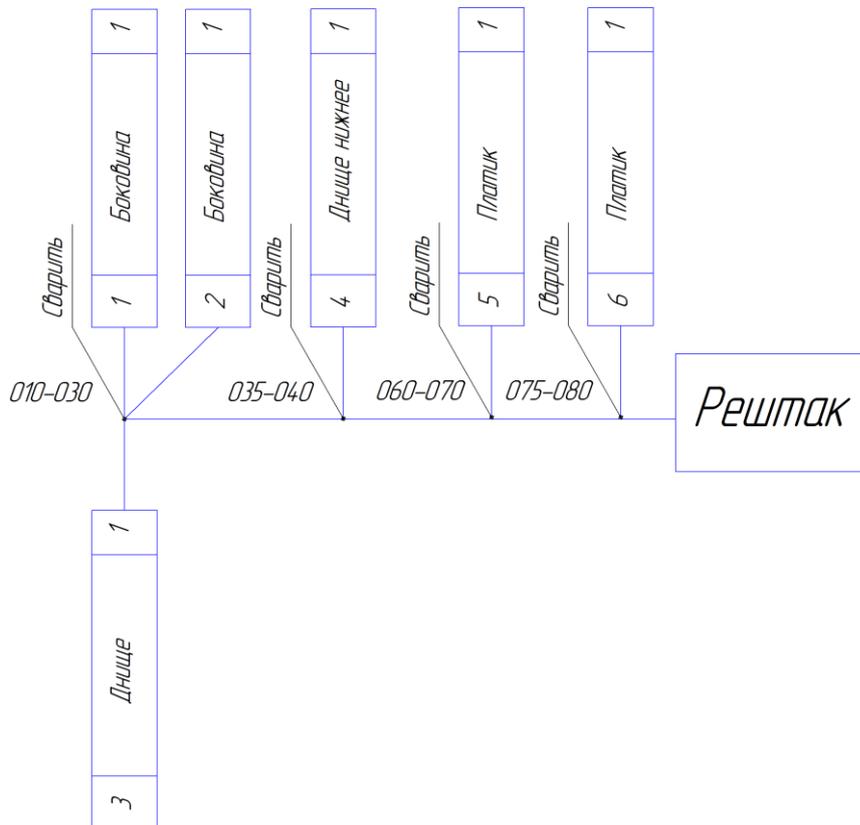
На рисунке 3.2 показаны варианты технологической схемы изготовления решётки перегружателя.



а.



б.



в.

Рисунок 3.2 – Технологические схемы изготовления рештака перегружателя

Выбираем вариант, представленный на рисунке 3.1а так как в варианте 3б затруднен доступ к шву днища поз. 3, а в варианте 3в больше операций, что усложняет технологию. Технологическая схема сборки и сварки изделия представлена на чертеже ФЮРА.000006.169 ЛП.

3.6 Выбор методов контроля. Регламент проведения. Оборудование

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

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

Операционный контроль сварочных работ.

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

Перед началом сварки проверяется [28]:

- 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 [28]:

- 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 качества швов сварных соединений производится с целью выявления поверхностных, внутренних и сквозных дефектов.

Методы контроля качества швов сварных соединений – по ГОСТ 3242-69.

Контролю внешним осмотром и измерениями подлежат каждый сварной шов [28].

При изготовлении рештака перегружателя применяется визуальный измерительный контроль сварных швов.

Проведение ВИК измерительного контроля регламентируется: ГОСТ Р ИСО 17637-2014 «Контроль неразрушающий. Визуальный контроль соединений, выполненных сваркой плавлением», СТО 9701105632-003-2021 «Инструкция по визуальному и измерительному контролю», ГОСТ 8.051-81 «Погрешности, допускаемые при измерении линейных размеров до 500 мм». В них содержатся требования к квалификации персонала, средствам и процессу контроля, а также к способам оценки и регистрации его результатов [29].

По внешнему виду сварной шов должен соответствовать следующим требованиям:

- поверхность шва должна быть гладкой или равномерно чешуйчатой, высота чешуйчатости не должна быть более 1 мм;
- сварной шов не должен иметь наплывов, незаверенных кратеров, наплавленных кромок, прожогов и трещин.

При этом допускаются [28]:

- подрезы основного металла глубиной не более 0,5 мм при толщине свариваемого металла до 10 мм и глубиной не более 1 мм при толщине металла свыше 10 мм. Подрезы, превышающие указанные выше

нормы, допускается исправлять заваркой тонким швом теми же электродами, что в основной шов;

- поверхностные поры, не превышающие 4 шт. на 0,4 м;
- брызги на сварном шве и околошовной зоне в труднодоступных местах, а также на швах, выполненных "под закрытие".

Сварной шов не должен иметь внутренних трещин.

Допускаются следующие внутренние дефекты швов [28]:

- непровары по сечению швов, выполненных двухсторонней или односторонней сваркой на подкладке, глубиной до 5% от толщины металла, но не более 2 мм при длине непровара до 50 мм в общей длине участков не более 200 мм на 1 м шва;
- непровары в корне шва, выполненного односторонней сваркой без подкладки, глубиной до 15% от толщины металла для толщин до 20 мм в не свыше 3 мм при толщине более 20 мм;
- суммарная величина дефектов (непровары, валковые включения в поры), не превышающих в рассматриваемом сечении двухсторонней сварке 10% от толщины свариваемого металла, но не более 2 мм, и при односторонней сварке без подкладки – 15%, но не более 3 мм.

Результаты контроля качества сварных соединений стальных конструкций должны отвечать требованиям СНиП 3.03.01-87 (пп. 8.56-8.76) [28].

Для визуального и измерительного контроля применяют:

Штангенциркуль 1 кл ШЦ-1-150, лупа измерительная 10х, линейка поверочная, УШС-4, образцы шероховатости $Rz80$, люксметр, угольник поверочный.

При необходимости контроля поверхностных дефектов более современными методами на чертеже должен быть указан метод и объём контроля.

Контроль внутренних дефектов должен производиться просвечиванием проникающими излучениями, ультразвуковым, магнитным или другими методами. Необходимость контроля, метод и объём его указываются на чертеже.

Методы контроля механических свойств сварных соединений по ГОСТ 6996-66. Необходимость и объем контроля также следует указывать на чертеже.

Контроль сварных швов, недоступных для осмотра после окончательной сварки конструкции, должен производиться до установки деталей, закрывающих эти швы. Клеймо должно наноситься на поверхности, не закрываемые деталями при последующей сварке.

Недопустимые дефекты сварного шва должны быть удалены обработкой резанием, воздушно-дуговой строжкой или другими способами огневой резки с последующей зачисткой поверхности до чистого металла и заварены.

Не допускается исправление дефектов, замеченных в сварных швах, испытываемых на герметичность.

Исправление дефектов в одном и том же месте допускается не более двух раз. При последующем обнаружении дефектов изделия должны быть разъединены, вновь подготовлены под сварку и сварены; при получении некачественного сварного шва изделия должны быть заменены новыми [24].

Капиллярным контролем сварных соединений можно выявить практически все дефекты шва: поры, трещины, раковины, прожоги и непровары. Можно определить, как расположен дефект в плане его ориентации к поверхности сварного шва, можно определить размеры изъянов. Капиллярный метод контроля используется при сварке любых металлов (черных и цветных), пластмасс, стекла, керамики и так далее.

Контроль ПВК выполняют согласно ГОСТ 18442-80.

Капиллярные методы основаны на капиллярном проникании индикаторных жидкостей в полости поверхностных и сквозных несплошностей материала объектов контроля и регистрации образующихся индикаторных следов визуальным способом или с помощью преобразователя.

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

Капиллярные методы позволяют контролировать объекты любых размеров и форм, изготовленные из черных и цветных металлов и сплавов, пластмасс, стекла, керамики, а также других твердых неферромагнитных материалов.

Капиллярные методы применяют для контроля объектов, изготовленных из ферромагнитных материалов, если их магнитные свойства, форма, вид и месторасположение дефектов не позволяют достигать требуемой по ГОСТ 21105-87 чувствительности магнитопорошковым методом и магнитопорошковый метод контроля не допускается применять по условиям эксплуатации объекта.

Необходимым условием выявления дефектов типа нарушения сплошности материала капиллярными методами является наличие полостей, свободных от загрязнений и других веществ, имеющих выход на поверхность объектов и глубину распространения, значительно превышающую ширину их раскрытия.

Капиллярные методы подразделяют на основные, использующие капиллярные явления, и комбинированные, основанные на сочетании двух или более различных по физической сущности методов неразрушающего контроля, одним из которых является капиллярный.

Основными этапами проведения капиллярного неразрушающего контроля являются [30]:

- подготовка объекта к контролю;
- обработка объекта дефектоскопическими материалами;
- проявление дефектов;
- обнаружение дефектов и расшифровка результатов контроля;
- окончательная очистка объекта.

Технологические режимы операций контроля (продолжительность, температуру, давление) устанавливают в зависимости от требуемого класса чувствительности, используемого набора дефектоскопических материалов, особенностей объекта контроля и типа искомых дефектов, условий контроля и используемой аппаратуры.

Подготовка объектов к контролю включает очистку контролируемой поверхности и полостей дефектов от всевозможных загрязнений, лакокрасочных покрытий, моющих составов и дефектоскопических материалов, оставшихся от предыдущего контроля, а также сушку контролируемой поверхности и полостей дефектов.

Способы очистки контролируемой поверхности приведены ниже [30]:

- механический – очистка струей абразивного материала (песком, дробью, косточковой крошкой) или механической обработкой поверхности;
- паровой – очистка в парах органических растворителей;
- растворяющий – очистка промывкой, протирка с применением воды, водных моющих растворов или легколетучих растворителей;
- химический – очистка водными растворами химических реактивов;
- электрохимический – очистка водными растворами химических реактивов с одновременным воздействием электрического тока;
- ультразвуковой – очистка растворителями, водой или водными растворами химических соединений в ультразвуковом поле с использованием ультразвукового капиллярного эффекта;
- анодно-ультразвуковой – очистка водными растворами химических реактивов с одновременным воздействием ультразвука и электрического тока;
- тепловой – очистка прогревом при температуре, не вызывающей недопустимых изменений материала контролируемого объекта и окисления его поверхности;
- сорбционный – очистка смесью сорбента и быстросохнущего органического растворителя, наносимой на очищаемую поверхность, выдерживаемой и удаляемой после высыхания.

Используемые инструменты и оборудование: комплект дефектоскопических материалов Helling, комплект СО для ПВК, люксметр, часы, лоскут безворсовый (бязевый), фен промышленный, термометр.

3.7 Разработка технологической 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 [31]:

- 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.

При заполнении технологических карт необходимо придерживаться рекомендаций ГОСТ 3.1705-81 «Правила записи операций и переходов. Сварка» и ГОСТ 3.1703-79 «Правила записи операций и переходов. Слесарные, слесарно-сборочные работы».

Изготовление рештака перегружателя начинается с установки на приспособление сборочно-сварочное боковин поз. 1 и поз. 2 по упору приспособления, затем устанавливается на опоры между боковинами днище поз. 3 согласно чертежу. Выполняется сварка деталей между собой и слесарная обработка (операции 010-030). Выполняется слесарная обработка и установка днища нижнего поз. 4. Выполняется прихватка деталей между собой (операции 035-040). Затем сб. ед перемещается на роликовый стенд и выполняется контрольная стыковка (операция 050). Сб. ед. устанавливается на кантователь (операция 055). Далее устанавливаются пластики поз. 5 и поз. 6 согласно чертежу. Выполняется прихватка и сварка деталей между собой (операция 065-070). После

выполняется слесарная обработка (зачищаются св. соедин. от брызг сварки) и контроль (операции 075-080).

Технологический процесс производства решетки перегружателя 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:

$$T_{н.ш-к} = (T_o + t_{в.ш}) \times \left(1 + \frac{a_{обс.} + a_{отл.} + a_{п-з}}{100} \right), \quad (3.16)$$

где, T_o – основное время сварки;

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

$a_{обс.}$, $a_{отл.}$, $a_{п-з}$ – соответственно время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности, подготовительно – заключительную работу, % к оперативному времени. Для механизированной сварки в смеси газов плавящимся электродом сумма коэффициентов составляет 27% [32].

$$T_o = \frac{60}{V_{CB}} \times n. \quad (3.17)$$

где V_{CB} – скорость сварки, м/ч;

n – число проходов, шт.

Рассчитаем норму времени автоматической сварки под слоем флюса при изготовлении решетки перегружателя.

Исходные данные:

- марка сталей: 14ХГ2САФД, 35Л;
- марка электродной проволоки Св-18ХГС ГОСТ 2246-70;
- положение шва нижнее.

Время сварки для шва №4 нестандартный с толщиной стенки 30 мм:

$$T_o = \frac{60}{27} + \frac{60}{5} \times 3 = 38,2 \text{ мин.}$$

Определим время на операцию 010

Масса детали поз. 1 $m_1=270$ кг; установка изделия кран-балкой на приспособление $t_1= 1,9$ мин.; масса детали поз. 2 $m_2=270$ кг; установка детали кран-балкой на приспособление $t_2=1,9$ мин.; масса детали поз. 3 $m_3=210$ кг; установка детали кран-балкой на приспособление $t_3=1,9$ мин; установка рельс и трактора кран-балкой на приспособление $t_4=2$ мин.

$$t_{в.и} = 1,9+1,9+1,9+2= 7,7 \text{ мин.}$$

Определим время на операцию 015

Предварительный подогрев $t_1= 8$ мин.; отпуск $t_2=26$ мин.

$$1) \quad t_{в.и} = 8+26=34 \text{ мин.},$$

$$2) \quad T_{н.ш-к} = (38,2+0,75) \times \left(1 + \frac{15}{100}\right) = 44,82 \text{ мин.}$$

$$3) \quad T_{ш} = 44,82 \times 2,98 + 34 = 167,56 \text{ мин.}$$

Нормы штучного времени технологического процесса изготовления решетки перегружателя приведены в таблице 3.19.

Таблица 3.19 – Нормы штучного времени технологического процесса изготовления рештака перегружателя

№ опер.	Наименование операции	Тшт, мин.
005	Комплектовочная	-
010	Сборка	7,7
015	Сварка	167,56
020	Сборка	35,4
025	Сварка	103,31
030	Сборка	13,8
035	Сварка	1,8
040	Слесарная	30,1
045	Слесарная	2,2
050	Сборка	0,56
055	Сварка	1,2
060	Сварка	283,05
065	Слесарная	47,7
070	Контроль	49,4
075	Мехобработка	-
Итого		743,78

3.9 Материальное нормирование

3.9.1 Расход металла

Количество металла, идущего на изготовление изделия определяем по формуле [33]:

$$m_M = m \times k_o, \quad (3.18)$$

где m – вес одного изделия, кг;

k_o – коэффициент отходов, $k_o = 1,3$ [33];

$$m_m = 875 \times 1,3 = 1137,5 \text{ кг.}$$

3.9.2 Расход сварочной проволоки

Расчет расхода сварочной проволоки [15]:

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

где $K_{р.п.}$ – коэффициент расхода проволоки, учитывающий потери её при наладке сварочного аппарата, $K_{р.п.} = 1,02 \dots 1,03$ [15]; принимаем $K_{р.п.} = 1,03$;

ψ_p – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки, $\psi_p = 0,01 \dots 0,15$ [15], принимаем для сварки в защитном газе $\psi_p = 0,1$, для сварки под слоем флюса $\psi_p = 0,0$;

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

Масса наплавленного металла $M_{н.о.}$ для шва №1 (смотри чертеж ФЮРА.000800.169.00.000 СБ) определяем по формуле:

$$M_{НО} = F_{НО} \times L_{ш} \times \rho, \quad (3.20)$$

где $F_{НО}$ – площадь сечения наплавленного металла, $F_{НО} = 217 \text{ мм}^2$ (определено с помощью Компас из чертежа ФЮРА.000800.169.00.000 СБ);

$L_{ш}$ – длина шва, $L_{ш} = 5,49 \text{ м}$ (определено с помощью Компас из чертежа ФЮРА.000800.169.00.000 СБ);

ρ – масса наплавленного металла, $\rho = 7,85 \text{ г} \times \text{см}^3$ [15];

$$M_{НО} = 217 \times 5,49 \times 7,85 \times 10^{-3} = 9,352 \text{ кг.}$$

Аналогично проведем расчет массы наплавленного металла для других швов и полученные данные занесем в таблицу 3.20.

Таблица 3.20 – Значения площади швов, длинны швов и результаты расчета наплавленного металла

№ шва	Площадь шва, мм ²	Длинна шва, м.	Наплавленный металл, кг.
Св-08Г2С-О			
1	217	5,49	9,352
2	217	0,8	1,363
3	57,4	0,16	0,073
6	44	0,4	0,138
7	76	0,1	0,06
ИТОГО			10,985
Св-18ХГС			
4	369	2,98	8,632
5	121	2,98	2,834
ИТОГО			11,463

Для проволоки Св-08Г2С-О:

$$M_{ЭП}=1,03 \times (1+0,1) \times 10,985= 12,446 \text{ кг.}$$

Для проволоки Св-18ХГС:

$$M_{ЭП}=1,03 \times (1+0,0) \times 11,463= 11,803 \text{ кг.}$$

3.9.3 Расход защитного газа

Расчет защитного газа произведем по формуле [15]:

$$Q_{з.г.} = q_{з.г.} \times t_c, \tag{3.21}$$

где, $q_{з.г.}$ – расход защитного газа (см. пункт 3.2).

t_c – время сварки, $t_c = 195,95$ мин. (рассчитано в пункте 3.8 и программе *MathCad*);

$$Q_{з.г.} = 14 \times 195,95 = 2743 \text{ л.}$$

3.9.4 Расчет расхода и затрат на сварочный флюс

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

$$M_{\phi} = K_{р\phi} \times M_{эп}, \quad (3.22)$$

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

$$M_{\phi} = 1,2 \times 11,803 = 14,168 \text{ кг.}$$

Затраты на сварочный флюс определим по формуле:

$$З_{\phi} = Q_{\phi} \times Ц_{\phi}, \quad (3.23)$$

где $Ц_{\phi}$ – цена флюса АН-348А, руб/кг; $Ц_{\phi} = 125,84$ руб/кг [21]

$$З_{\phi} = 14,168 \times 125,84 = 1782,87 \text{ руб.}$$

3.9.5 Расход электроэнергии

Расход технологической электроэнергии производим по формуле [15]:

$$W_{ТЭ} = \sum \left(\frac{U_c \times I_c \times t_c}{\eta_u} \right) + P_x \times \left(\frac{t_c}{K_u} - t_c \right), \quad (3.24)$$

где U_c, I_c – электрические параметры режима сварки;

t_c – основное время сварки шва (смотри пункт 3.8);

η_u – КПД источника сварочного тока;

η_u – КПД источника сварочного тока, для ПРОФИ MIG 350-1 $\eta_u = 0,93$ [23], для ВДМ-1202СА $\eta_u = 0,89$ [25];

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

производства (K_u можно выбрать по таблице 3.2.2 [15]).

Затраты на технологическую электроэнергию определим по формуле:

$$Z_{тэ} = W_{тэ} \times C_{э.э.}, \quad (3.25)$$

где $W_{тэ}$ – расход технологической электроэнергии, Вт;

$C_{э.э.}$ – цена 1 кВт×ч электроэнергии, $C_{э.э.} = 5,63$ руб/кВт×ч [34];

Сварка в защитном газе:

$$W_{ТЭ1} = \frac{25 \times 260 \times 0,327}{0,93} + \frac{28 \times 280 \times 2,939}{0,93} + 0,4 \times \left(\frac{3,266}{0,7} - 3,266 \right) = 27061 \text{ Вт},$$

Сварка под слоем флюса:

$$W_{ТЭ} = \frac{41 \times 900 \times 0,308}{0,89} + \frac{42 \times 980 \times 2,773}{0,89} + 0,4 \times \left(\frac{3,081}{0,7} - 3,081 \right) = 141465 \text{ Вт},$$

$$Z_{ТЭ} = (27,061 + 141,465) \times 5,63 = 948,8 \text{ руб.}$$

4 Разработка сборочно-сварочных приспособлений

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 [35].

Приспособление сборочно-сварочное.

Принципиальная схема сборочно-сварочного приспособления показана на рисунке 4.1.

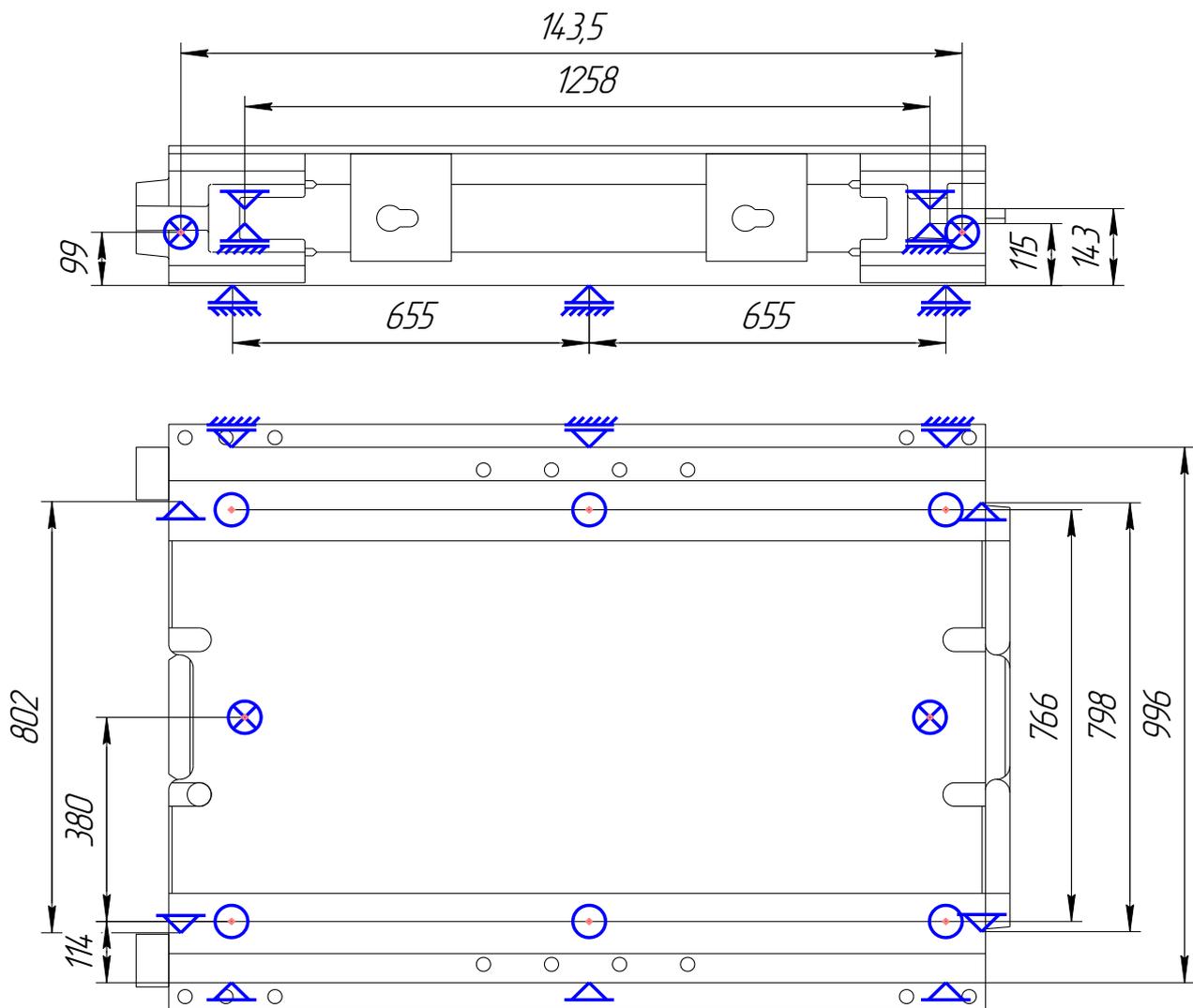


Рисунок 4.1 – Принципиальная схема сборочно-сварочного приспособления

4.2 Расчёт элементов приспособления

В приспособлении используется пневмоприжимы для фиксации свариваемых деталей сборочной единицы. Рассчитаем давление сжатого воздуха в пневмоцилиндре, необходимое для создания необходимого усилия зажатия.

Основными размерами пневматических цилиндров являются внутренний диаметр цилиндра D и ход штока. Рассчитаем (предлагаемый) пневмоцилиндр 80×100 . Из обозначения следует, что пневмоцилиндр с внутренним диаметром $D = 80$ мм и длиной хода $L = 100$ мм.

В цилиндрах двустороннего действия при толкающем движении штока [5]:

$$P=Q \times \frac{\pi \times D^2}{4} \times \eta, \quad (4.1)$$

при обратном (тянущем) движении штока [5]:

$$P=Q \times \frac{\pi \times (D^2 - d^2)}{4} \times \eta, \quad (4.2)$$

где Q – давление сжатого воздуха в цилиндре, МПа;

D – диаметр цилиндра ГОСТ 6540-68, $D = 80$ мм;

d – диаметр штока ГОСТ 6540-68, $d = 35$ мм;

η – коэффициент полезного действия, учитывающий потери на трение в манжетах, уплотнениях и направляющих штока, $\eta = 0,99$.

Из формул (4.1) и (4.2) выведем формулы для расчета давление сжатого воздуха в цилиндре:

$$Q = \frac{P \times 4}{\pi \times D^2 \times \eta} = \frac{600 \times 4}{\pi \times 80^2 \times 0,99} = 0,1206 \frac{\text{кгс}}{\text{мм}^2} = 1,21 \text{ МПа},$$

$$Q = \frac{P \times 4}{\pi \times (D^2 - d^2) \times \eta} = \frac{600 \times 4}{\pi \times (80^2 - 35^2) \times 0,99} = 0,149 \frac{\text{кгс}}{\text{мм}^2} = 1,49 \text{ МПа}.$$

4.3 Разработка эксплуатационной документации на приспособление

При разработке эксплуатационных документов необходимо придерживаться рекомендаций ГОСТ Р 2.601-2019 «Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы» и ГОСТ Р 2.610

«Единая система конструкторской документации. Правила выполнения эксплуатационных документов» [36].

Сведения об изделии, помещаемые в эксплуатационный документ, должны быть достаточными для обеспечения правильной и безопасной эксплуатации изделий в течение установленного срока службы. При необходимости в эксплуатационном документе приводят указания о требуемом уровне подготовки обслуживающего персонала.

В эксплуатационных документах, поставляемых с изделием, должна содержаться следующая информация [36]:

- наименование страны-изготовителя и предприятия-изготовителя;
- наименование и обозначение изделия;
- основное назначение, сведения об основных технических данных и потребительских свойствах изделия;
- правила и условия эффективного и безопасного использования, хранения, транспортирования и утилизации изделия;
- ресурс, срок службы и сведения о необходимых действиях потребителя по его истечении, а также информация о возможных последствиях при невыполнении указанных действий (сведения о необходимых действиях по истечении указанных.
- ресурсов, сроков службы, а также возможных последствиях при невыполнении этих действий приводят, если изделие по истечении указанных ресурса и сроков может представлять опасность для жизни, здоровья потребителя (пользователя), причинять вред его имуществу или окружающей среде либо оно становится непригодным для использования по назначению.

Перечень таких изделий составляют в установленном порядке):

- сведения о техническом обслуживании и ремонте изделия (при наличии);
- гарантии изготовителя (поставщика) (в установленном законодательством порядке);

- сведения о сертификации (при наличии);
- сведения о приемке;
- юридический адрес изготовителя (поставщика) и/или продавца;
- сведения о цене и условиях приобретения изделия (приводит, при необходимости, изготовитель, поставщик либо продавец). Для изделий, разрабатываемых и/или поставляемых по заказам Министерства обороны, эти сведения и условия не приводят.

Инструкция по эксплуатации приспособления представлена в приложении Г.

5 Проектирование участка сборки сварки

5.1 Состав 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 [37].

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

5.2 Расчёт основных элементов производства

К основным элементам производства относятся рабочие, ИТР, контролеры, оборудование, материалы и энергетические затраты [26].

5.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования

Необходимое число оборудования рассчитаем по формуле [31]:

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

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

Φ_d – действительный фонд рабочего времени, ч.;

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

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

T – длительность одной операции, мин.

Так как операции 010-035 выполняются на одном рабочем месте, их расчет произведем одновременно.

$$T_r = 500 \times \frac{7,7 + 167,56 + 35,4 + 103,31 + 13,8 + 1,8}{60} = 2746 \text{ ч.},$$

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

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

$$n_p = \frac{2746}{3762} = 0,73,$$

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

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p} = \frac{0,73}{1} = 0,73.$$

В процентном соотношении загрузка составит 73 %.

Расчет операции 040.

$$T_r = 500 \times \frac{30,1}{60} = 251 \text{ ч.},$$

$$n_p = \frac{251}{3762} = 0,067,$$

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

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p} = \frac{0,067}{1} = 0,067.$$

В процентном соотношении загрузка составит 6,67 %.

Так как операции 045-065 выполняются на одном рабочем месте, их расчет произведем одновременно.

$$T_r = 500 \times \frac{2,2+0,56+1,2+283,05}{60} = 2392 \text{ ч.},$$

$$n_p = \frac{2392}{3762} = 0,636,$$

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

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p} = \frac{0,636}{1} = 0,636.$$

В процентном соотношении загрузка составит 63,58 %.

Так как операции 070-075 выполняются на одном рабочем месте, их расчет произведем одновременно.

$$T_r = 500 \times \frac{47,7+49,4}{60} = 809 \text{ ч.},$$

$$n_p = \frac{809}{3762} = 0,215,$$

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

Найдем коэффициент загруженности оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n'_p} = \frac{0,215}{1} = 0,215.$$

В процентном соотношении загрузка составит 21,51 %.

5.2.2 Определение состава и численности рабочих

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

$$\Sigma T_r = 2746 + 251 + 2392 + 809 = 6198 \text{ ч.},$$

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

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

Определим количество рабочих явочных [31]:

$$P_{\text{яв}} = \frac{T_R}{\Phi_H} = \frac{6198}{1976} = 3,14. \quad (5.3)$$

Примем число сварщиков равным $P_{\text{яв}} = 4$. В первую смену работает два человека и во вторую два.

Определим количество рабочих списочных [31]:

$$P_{\text{СП}} = \frac{T_R}{\Phi_{\text{д}}} = \frac{6198}{1739} = 3,56. \quad (5.4)$$

Примем число сварщиков равным $P_{\text{СП}} = 4$.

Вспомогательных рабочих (25% от количества основных рабочих) – 1;

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

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 [37].

Независимо от принадлежности к какой-либо разновидности сварочного производства сборочно-сварочные цехи могут включать следующие отделения и помещения [37]:

- 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 изъянов, нанесения покрытий и отделки продукции;

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

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

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

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

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

На сварочном участке расположены: приспособление сборочно-сварочное, сварочный кантователь, сварочный полуавтомат *ПРОФИ MIG 350-1*, сварочный автомат ТС-16-2 с выпрямителем ВДМ-1202СА, перемещение деталей осуществляется кран-балкой $Q = 2,0$ т и краном мостовым $Q = 5,0$ т перемещаются готовые изделия.

6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

6.1 Финансирование проекта и маркетинг

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

6.2 Экономический анализ техпроцесса

Будет проведена экономическая оценка стоимости технологического процесса изготовления рештака перегружателя. Рештак – металлический желоб качающегося или скребкового конвейера, применяемого в горном деле. Рештак конвейера забойного скребкового является сложной коробчатой сварной конструкцией.

В разработанном технологическом процессе применим приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.169.00.000 СБ, которое состоит из Пневмоприжимов; Площадок; Упоров; Стоек ; Стола; Прижимных винтов; Кронштейнов; Упоров; Планок; Кронштейнов; Прижимов; Кронштейнов; Защелок; Осей; Стоек; Осей; Винтов; Гаек; Шайб; Шайб.

Применим современное сварочное оборудование: сварочный полуавтомат ПРОФИ *MIG* 350-1 [23], сварочный автомат ТС-16-2 [24] в комплекте с выпрямителем ВДМ-1202СА [25].

Проведем технико-экономический анализ предлагаемого технологического процесса. Нормы штучного времени предлагаемого технологического процесса изготовления рештака перегружателя приведены в таблице 3.19.

Показатель приведенных затрат является обобщающим показателем.

Определение приведенных затрат производят по формуле [31]:

$$C_{\text{прив}} = C_{\text{год}} + E_n \times K, \quad (6.1)$$

где $C_{\text{год}}$ – себестоимость годового объема продукции, руб/изд×год;

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

K – суммарные капитальные вложения в производственные фонды, руб.

6.2.1 Расчет капитальных вложений в производственные фонды

При расчете приведенных затрат капитальные вложения определяют, как сумму следующих расходов [31]:

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

где K_o – капитальные вложения в сварочное (сборочно-сварочное, наплавочное) оборудование, руб.;

$K_{\text{п}}$ – капитальные вложения в сборочно-сварочные приспособления и другую оснастку, руб.;

$K_{\text{зд}}$ – капитальные вложения в здания, руб.

6.2.1.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

Капитальные вложения в оборудование определяем по формуле [31]:

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

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

O_i – количество оборудования i -го типоразмера, ед. (см. пункт 3.9);

μ_{oi} – коэффициент загрузки оборудования i -го типоразмера (см. пункт 3.9).

Цены на оборудование берутся за 01.01.2023 (смотри таблицу 6.1).

Таблица 6.1 – Оптовые цены на сварочное оборудование [23,24,25]

Наименование оборудования		Π_{oi} , руб
ПРОФИ <i>MIG</i> 350-1	1 шт.	103840
ТС-16-2	1 шт.	175500
ВДМ-1202СА	1 шт.	319176

$$K_{CO1} = 103840 \times 1 \times 0,73 = 75803 \text{ руб.},$$

$$K_{CO2} = 175500 \times 1 \times 0,663 = 116848 \text{ руб.},$$

$$K_{CO3} = 319176 \times 1 \times 0,663 = 212507 \text{ руб.},$$

$$K_{CO} = 75803 + 116848 + 212507 = 405158 \text{ руб.}$$

Капитальные вложения в сварочное оборудование приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Капитальные вложения в сварочное оборудование

Наименование оборудования		K_{CO} , руб.
ПРОФИ <i>MIG</i> 350-1	1 шт.	75803
ТС-16-2	1 шт.	116848
ВДМ-1202СА	1 шт.	405158
Итого		405158

Капитальные вложения в приспособления найдем по формуле [31]:

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

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

Π_j – количество приспособлений j -го типоразмера, ед. (см. пункт 3.9);

μ_{nj} – коэффициент загрузки j -го приспособления (см. пункт 3.9);

$$K_{\text{ГП}1} = 348600 \times 1 \times 0,73 = 254491 \text{ руб.},$$

$$K_{\text{ГП}2} = 254000 \times 1 \times 0,067 = 16936 \text{ руб.},$$

$$K_{\text{ГП}3} = 315780 \times 1 \times 0,636 = 200762 \text{ руб.},$$

$$K_{\text{ГП}4} = 230000 \times 1 \times 0,215 = 49471 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{ГП}} = 254491 + 16936 + 200762 + 49471 = 521659 \text{ руб.}$$

Капитальные вложения в приспособления приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Капитальные вложения в приспособления [38,26]

Наименование оборудования	$K_{\text{ГП}j}$, руб	Π_j , шт	$K_{\text{ГП}}$, руб.
Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.169.00.000 СБ	348600	1	254491
Роликовый стенд	254000	1	16936
Приспособление с кантователем	315780	1	200762
Плита слесарная	230000	1	49471
ИТОГО			521659

6.2.1.2 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями

Капитальные вложения в здание определяется по формуле [31]:

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

где S_{O_i} – площадь, занимаемая единицей оборудования, $m^2/ед.$, для предлагаемого технологического процесса: $S = 124,79 m^2$ (см. чертеж ФЮРА.000002.169 ЛП);

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

k_B – коэффициент, учитывающий дополнительную площадь, равен 1,8 (так как известна полная площадь участка сборки-сварки, $k_B = 1$) [31];

$C_{зд}$ – стоимость $1m^3$ здания на 01.01.2023 составляет, $C_{зд}=94$ руб/ m^3 ;

$$K_{зд} = 124,79 \times 1 \times 12 \times 94 = 140763 \text{ руб.}$$

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 годового объема производства продукции по формуле [26]:

$$C_{год} = N_{г} \times (C_M + C_B + C_З + C_Э + C_a + C_{и} + C_{п}), \text{ руб./год.} \quad (6.7)$$

где C_M – затраты на основные материалы, руб;

C_B – затраты на вспомогательные материалы, руб;

$C_З$ – затраты на заработную плату, руб;

$C_Э$ – затраты на электроэнергию, руб;

C_a – затраты на амортизацию оборудования, руб.;

$C_{и}$ – затраты на амортизацию приспособлений, руб.;

$C_{п}$ – затраты на содержание помещения, руб.

6.2.2.1 Определение затрат на основные материалы

Затраты на металл, идущий на изготовление изделия определяем по формуле [39]:

$$C_{м} = N_{м} \times k_{т.з.} \times C_{м} - N_{о} \times C_{о} \text{ руб./изд.}, \quad (6.8)$$

где $N_{м}$ – норма расхода материала на одно изделие, кг (см. пункт 3.9);

$k_{т.з.}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении материалов $k_{т.з.}=1,04$ [39];

$C_{м}$ – средняя оптовая цена сталей: 14ХГ2САФД, 10ХСНД, 09Г2С, Сталь 35Л на 01.01.2023, руб./кг:

- для стали 14ХГ2САФД = 30 руб./кг [40], при $N_{м} = 364,6 \times 1,3 = 473,98$ кг.

- для стали 10ХСНД $C_{м} = 40$ руб./кг [41], при $m_{м} = 348 \times 1,3 = 425,4$ кг.;

- для стали 35Л $C_{м} = 35,5$ руб./кг [42], при $m_{м} = 161 \times 1,3 = 209,3$ кг;

- для стали 09Г2С $C_{м} = 89,6$ руб./кг [43], при $m_{м} = 1,46 \times 1,3 = 1,9$ кг.

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

$N_{о}$ – норма возвратных отходов;

$N_{о} = N_{м} \times 0,3 = 364,6 \times 0,3 + 348 \times 0,3 + 161 \times 0,3 + 1,46 \times 0,3 = 262,5$ кг/ изд;

$C_{о}$ – цена возвратных отходов, $C_{о} = 20$ руб/кг (цену узнал в пункте сдачи металлолома т. 89505702559);

$$\begin{aligned} C_{м} &= 1,04 \times (473,98 \times 30 + 312 \times 40 + 209,3 \times 35,5 + 1,9 \times 89,6) - 262,5 \times 20 = \\ &= 36261,88 \text{ руб./изд.} \end{aligned}$$

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле [31]:

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

где G_d – масса наплавленного металла электродной проволоки, кг: $G_d = 10,984$ кг – для проволоки Св-08Г2С-О, $G_d = 11,463$ кг – для проволоки Св-18ХГС (см. пункт 3.9);

k_{nd} – коэффициент, учитывающий расход сварочной проволоки (электрода) [15], $k_{\text{р-п.с.}} = 1,03$;

ψ_p – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки [15], $\psi_p = 1,01 \dots 1,15$, принимаем для сварки в защитном газе $\psi_p = 0,1$, для сварки под слоем флюса $\psi_p = 0,0$;

$\Pi_{\text{п.с.}}$ – стоимость сварочной проволоки Св-08Г2С-О, руб/кг: $\Pi_{\text{п.с.}} = 22,88$ руб/кг – для проволоки Св-08Г2С-О [44], $\Pi_{\text{п.с.}} = 416,2$ руб/кг – для проволоки Св-18ХГС [45] на 01.01.2023;

$$C_{\text{п.с.}} = (10,984 \times 22,88 \times 1,1 + 11,463 \times 416,2 \times 1,0) \times 1,03 = 5198,6 \text{ руб.}$$

6.2.2.2 Определение затрат на вспомогательные материалы

Затраты на защитную смесь газов определяем по формуле [31]:

$$C_{\text{газ}} = g_{\text{шкi}} \times \Pi_{\text{газ}} \times t_c, \text{ руб./изд.}, \quad (6.10)$$

где $g_{\text{шкi}}$ – расход смеси, $g_{\text{з.г.}} = 14$ л/мин (см. пункт 3.2);

$\Pi_{\text{г.з.}}$ – стоимость смеси, л., $\Pi_{\text{г.з.}} = 0,17$ руб./л. [46];

t_c – время сварки в смеси газов, мин., $t_c = 195,95$ мин (см. пункт 3.8);

$$C_{\text{газ}} = 14 \times 0,17 \times 195,5 = 466,36 \text{ руб/изд.}$$

Расход сварочного флюса можно определить через расход сварочной проволоки по формуле [15]:

$$M_{\phi} = K_{p.\phi} \times M_{\text{эп}}, \quad (3.22)$$

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

$$M_{\phi} = 1,2 \times 11,806 = 14,168 \text{ кг.}$$

Затраты на сварочный флюс определим по формуле:

$$Z_{\phi} = Q_{\phi} \times C_{\phi}, \quad (3.23)$$

где C_{ϕ} – цена флюса АН-348А, руб/кг; $C_{\phi} = 125,84$ руб/кг [21];

$$Z_{\phi} = 14,168 \times 125,84 = 1782,87 \text{ руб.}$$

6.2.2.3 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле [31]:

$$C_z = (C_{\text{чи}} \times T_o \times K_{\text{доп}} \times K_{\text{сс}} \times K_{\text{рай}}) / 60, \quad (6.11)$$

где $C_{\text{чи}}$ – часовая тарифная ставка на 01.01.2023, руб/ч., $C_{\text{чи}} = 74,85$ руб.;

T_o – время на изготовление одного изделия, мин. (см. пункт 3.8);

$K_{\text{доп}}$ – коэффициент, учитывающий доплаты и премии к тарифной заработной плате, $K_{\text{доп}} = 1,2$ [31];

$K_{\text{сс}}$ – 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 [31];

$K_{\text{рай}}$ – районный коэффициент, $K_{\text{рай}} = 1,3$ [31];

$$C_3 = (74,85 \times 743,78 \times 1,2 \times 1,3 \times 1,3) / 60 = 1881,71 \text{ руб/изд.}$$

6.2.2.4 Определение затрат на силовую электроэнергию

Расход технологической электроэнергии производим по формуле [15]:

$$W_{\text{ТЭ}} = \sum \left(\frac{U_c \times I_c \times t_c}{\eta_u} \right) + P_x \times \left(\frac{t_c}{K_u} - t_c \right), \quad (3.24)$$

где U_c, I_c – электрические параметры режима сварки;

t_c – основное время сварки шва (смотри пункт 3.8);

η_u – КПД источника сварочного тока;

η_u – КПД источника сварочного тока, для ПРОФИ MIG 350-1 $\eta_u = 0,93$ [23], для ВДМ-1202СА $\eta_u = 0,89$ [25];

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

производства (K_u можно выбрать по таблице 3.2.2 [15]).

Затраты на технологическую электроэнергию определим по формуле:

$$Z_{\text{тэ}} = W_{\text{тэ}} \times C_{\text{э.э.}}, \quad (3.25)$$

где $W_{\text{тэ}}$ – расход технологической электроэнергии, Вт;

$C_{\text{э.э.}}$ – цена 1 кВт×ч электроэнергии, $C_{\text{э.э.}} = 5,63$ руб/кВт×ч [34];

Сварка в защитном газе:

$$W_{\text{ТЭ1}} = \frac{25 \times 260 \times 0,327}{0,93} + \frac{28 \times 280 \times 2,939}{0,93} + 0,4 \times \left(\frac{3,266}{0,7} - 3,266 \right) = 27061 \text{ Вт,}$$

Сварка под слоем флюса:

$$W_{ТЭ} = \frac{41 \times 900 \times 0,308}{0,89} + \frac{42 \times 980 \times 2,773}{0,89} + 0,4 \times \left(\frac{3,081}{0,7} - 3,081 \right) = 141465 \text{ Вт},$$

$$З_{ТЭ} = (27,061 + 141,465) \times 5,63 = 948,8 \text{ руб.}$$

6.2.2.5 Затраты на амортизацию и ремонт оборудования

Затраты на амортизацию и ремонт оборудования при заданном объеме производства определяются по формуле [31]:

$$C_3 = \sum_{i=q}^n \frac{Ц_{oi} \times O_i \times \mu_{oi} \times a_i \times r_i}{N_r}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.11)$$

где a_i – норма амортизационных отчислений (на реновацию) для оборудования i -го типоразмера, $a_i = 0,15\%$ [31];

r_i – коэффициент затрат на ремонт оборудования, $r_i = 1,15 \dots 1,20$ [39];

$$C_{31} = \frac{103840 \times 1 \times 0,73 \times 0,15\% \times 1,15}{500} = 174,6 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}},$$

$$C_{32} = \frac{175500 \times 1 \times 0,666 \times 0,15\% \times 1,15}{500} = 269,15 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}},$$

$$C_{33} = \frac{319176 \times 1 \times 0,666 \times 0,15\% \times 1,15}{500} = 489,5 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}},$$

$$C_3 = 174,6 + 269,15 + 489,5 = 933,26 \text{ руб/изд.}$$

Амортизация оборудования представлена в таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Амортизация оборудования

Наименование оборудования		С _з , руб/изд.
ПРОФИ <i>MIG</i> 350-1	1 шт.	174,6
ТС-16-2	1 шт.	269,15
ВДМ-1202СА	1 шт.	489,5
Итого		933,26

6.2.2.6 Затраты на амортизацию приспособлений

Затраты на амортизацию приспособлений определяются по формуле [31]:

$$C_u = \sum_{j=q}^m \frac{K_{прj} \times \Pi_j \times \mu_{nj} \times a_j}{N_r}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.12)$$

где a_j – норма амортизационных отчислений для оснастки j -го типоразмера, $a_j=0,15$ [31];

$$C_{u1} = \frac{348600 \times 1 \times 0,73 \times 0,15}{500} = 76,353 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}},$$

$$C_{u2} = \frac{254000 \times 1 \times 0,067 \times 0,15}{500} = 5,08 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}},$$

$$C_{u3} = \frac{315780 \times 1 \times 0,636 \times 0,15}{500} = 60,23 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}},$$

$$C_{u4} = \frac{230000 \times 1 \times 0,215 \times 0,15}{500} = 14,84 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}},$$

$$C_u = 76,35 + 5,08 + 60,23 + 14,84 = 156,5 \text{ руб./изд.}$$

Результаты расчетов сводим в таблицу 6.5.

Таблица 6.5 – Затраты на амортизацию приспособлений

Наименование оборудования	Ц _{пр} , руб	П _г , шт.	С _и , руб/изд.
Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.169.00.000 СБ	348600	1	76,35
Роликовый стенд	254000	1	5,08
Приспособление с кантователем	315780	1	60,23
Плита слесарная	230000	1	14,84
ИТОГО			156,5

6.2.2.7 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 [39]:

$$C_{\text{п}} = \frac{S \times k_{\text{сп}} \times \text{Ц}_{\text{ср.зд}}}{N_{\text{г}}}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.13)$$

где S – площадь сварочного участка, м², $S = 124,79$ м² (см. чертеж ФЮРА.000002.169 ЛП);

$k_{\text{сп}}$ – коэффициент на содержание и ремонт помещения, $k_{\text{сп}} = 0,08$ [39];

$\text{Ц}_{\text{ср.зд}}$ – среднегодовые расходы на содержание 1 м² рабочей площади, руб./год.×м, $\text{Ц}_{\text{ср.зд}} = 250$ руб./год×м;

$$C_{\text{п}} = \frac{124,79 \times 0,08 \times 250}{500} = 4,99 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

Результаты расчетов по определению технологической себестоимости сводятся в таблицу 6.6.

Таблица 6.6 – Технологическая себестоимость

№ п/п	Затраты	Сумма, руб.
1	Затраты на основной металл	36261,88
2	Затраты на сварочные материалы	
2.1	Затраты на сварочную проволоку	5198,6
2.2	Затраты на защитный газ	466,36
2.3	Затраты на флюс	1782,87
3	Заработная плата	1881,71
4	Затраты на электроэнергию	948,8
5	Расходы на амортизацию и ремонт оборудования	933,26
6	Расходы на амортизацию приспособлений	156,5
7	Затраты на содержание помещения	4,99
ИТОГО технологическая себестоимость:		47634,96

6.3 Расчет технико-экономической эффективности

Определим себестоимость продукции:

$$C_{\text{год}} = 500 \times (36261,88 + 5198,6 + 466,36 + 1782,87 + 1881,71 + 948,8 + 933,26 + 156,5 + 4,99) = 23817482,1 \text{ руб/изд.} \times \text{год},$$

Определим капитальные вложения:

$$K = 405158 + 521659 + 140763 = 1067581 \text{ руб.}$$

Определим количество приведенных затрат:

$$C_{\text{прив}} = 23817482,1 + 0,15 \times 1067581 = 23977619,22 \text{ руб/изд.} \times \text{год}.$$

6.4 Основные технико-экономические показатели участка

Основные технико-экономические показатели участка представлены в таблице 6.7.

Таблица 6.7 – Основные технико-экономические показатели участка

№п/п	Параметр	Значение
1	Годовая производственная программа, шт.	500
2	Трудоёмкость изготовления одного изделия, час	10,05
3	Количество оборудования, шт.	2
4	Количество производственных рабочих, чел	3
5	Количество вспомогательных рабочих	1
6	Количество административно-управленческого персонала, чел	1
7	Норма расхода материала, кг	2340,52
8	Количество приведенных затрат, руб/изд. × год.	23977619,22
9	Себестоимость одного изделия, руб/изд.	47634,96

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, зарплату рабочим, расходы на электроэнергию, амортизацию и ремонт оборудования и приспособлений, затраты на содержание помещений; в ходе чего мы получили следующие цифры:

- капитальные вложения 1067581 руб.;
- себестоимость продукции 23817482,1 руб/изд. × год.

В результате проведенных расчетов было определено количество приведенных затрат 23977619,22 руб/изд. × год.

7 Социальная ответственность

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

При изготовлении рештака перегружателя на участке используется следующее оборудование:

- ПРОФИ <i>MIG</i> 350-1	1 шт.
- ТС-16-2	1 шт.
- ВДМ-1202СА	1 шт.
- приспособление сборочно-сварочное	
ФЮРА.000001.180.00.000 СБ	1 шт.
- приспособление сварочное с кантователем	1 шт.
- роликовый стенд	1 шт.

Перемещение изделия производят краном мостовым грузоподъемностью 5,0 т и кран-балкой 2,0 т.

Изготавливаемое изделие, рештак, является одной из основных частей шахтного перегружателя. 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 875 кг.

В качестве материала этих деталей используют стали следующих марок: 14ХГ2САФД, 14Г2АФ, 09Г2С и Сталь 35. Сварка производится в смеси *Ar* (80 %) + *CO₂* (20 %) сварочной проволокой

Св-08Г2С-О ГОСТ 2246-70 диаметром 1,2 мм.

Проектируемый участок находится на последнем пролете цеха, поэтому освещение осуществляется двумя окнами, расположенными в стене здания, а

также шестнадцатью светильниками, расположенными непосредственно над участком. Стены цеха выполнены из железобетонных блоков, окрашены в светлые тона.

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

На случай пожара цех оснащен запасным выходом и системой противопожарной сигнализации. Все работы производятся на участке с площадью $S = 124,79 \text{ м}^2$.

7.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Для обеспечения условий, способствующих максимальной производительности труда, необходимо физиологическое обоснование требований к устройству оборудования, рабочего места, длительности периодов труда и отдыха и ряда других факторов, влияющих на работоспособность

При организации труда необходимо учитывать психологические особенности отдельных рабочих. Разрабатывать и внедрять мероприятия по созданию благоприятного психологического микроклимата в коллективе, высокой заинтересованности в труде и его результатах, так как при работе на участке рабочие испытывают нервно-психологические перегрузки, умственное перенапряжение, эмоциональные перегрузки, перенапряжение анализаторов, монотонность труда и т.д.

Основным средством повышения производительности труда и снижения утомления является ритм труда и рациональный режим труда и отдыха. Ритмичный труд позволяет рационально расходовать, нервную и мышечную

энергию, поддерживать работоспособность. При правильном чередовании труда и отдыха работоспособность также повышается.

Важнейшим психофизиологическим средством повышения производительности является создание благоприятных отношений в коллективе, в чем велика роль руководителя. Устранение отрицательных эмоций предупреждает не только развитие утомления, но и появление нервных и сердечно-сосудистых заболеваний.

С целью ограничения вредного влияния психофизиологических факторов производственной опасности можно рекомендовать проведение следующих мероприятий:

- установление рационального режима труда и отдыха;
- организация отдыха в процессе работы;
- соблюдение предельно допустимых норм деятельности;
- установление переменной нагрузки в соответствии с динамикой работоспособности;
- чередование различных рабочих операций или форм деятельности в течение рабочего дня;
- рациональное распределение функций между человеком и техническими устройствами;
- соответствие психофизиологических качеств человека характеру и сложности выполняемых работ; это соответствие достигается путем профессионального отбора, обучения и тренировок технологов-сварщиков.

7.1.1 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.

7.2 Производственная безопасность

7.2.1 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) [47, 48].

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 [48].

На участке сборки и сварки рештака перегружателя здания 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 *IIб* – 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.

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 [49].

Определим количество воздуха для организации местной вентиляции по формуле [50]:

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

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

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

Найдем площадь, через которую поступает воздух по формуле:

$$S = A \times B \times n, \quad (7.2)$$

где A и B – ширина и длина зонта, расчеты этих параметров произведем согласно методичке [48];

n – количество зонтов.

Определим количество конвективного тепла, выделяемого источником [51]:

$$Q = 1,5 \times \sqrt{t_u + t_v}, \quad (7.3)$$

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

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

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

$$H = 1,5 \times \sqrt{F} = 1,5 \times \sqrt{1,62 \times 1,68} = 2,47 \text{ м}. \quad (7.4)$$

Найдем размеры вытяжного зонта:

$$A = a + 0,8 \times H = 1,62 + 0,8 \times 2,47 = 3,6 \text{ м}, \quad (7.5)$$

$$B=b+0,8\times H=1,68+0,8\times 2,47=3,66 \text{ м}, \quad (7.6)$$

$$S=3,6\times 3,66\times 2=26,35 \text{ м}^2.$$

$$L_M = 26,35\times 0,2 = 5,27 \text{ м}^3\times \text{с}.$$

Из расчета видно, что объём воздуха, удаляемый от местных отсосов, составляет $L_M = 18970 \text{ м}^3\times \text{ч}$.

В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор радиальный ВРП-110-49-5 с двигателем АИС90L2 2,2 кВт 2920 об/мин.

Кинематическая схема вентиляции представлена на рисунке 7.1.

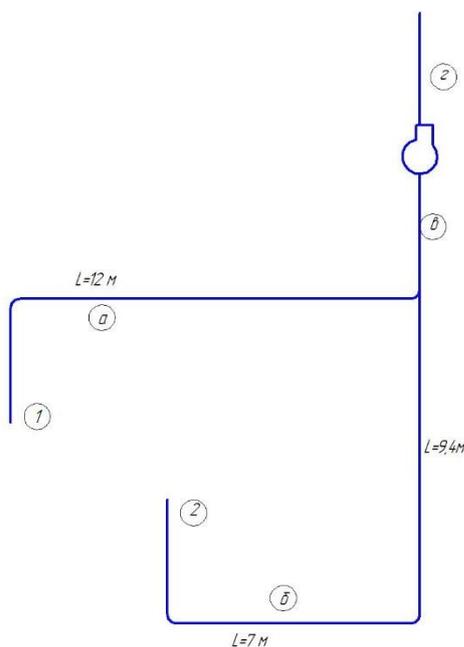


Рисунок 7.1 – Кинематическая схема вентиляции

Рассчитаем диаметр воздуховодов.

Сначала рассчитаем расход воздуха для первой ветви:

$$L_{M1} = 18970\times 1/2= 9485 \text{ м}^3\times \text{ч}.$$

Для второй ветви:

$$L_{M2} = 18970 \times 1/2 = 9485 \text{ м}^3 \times \text{ч.}$$

Определим диаметр воздуховода по формуле для первой ветви [51]:

$$D = 1,13 \times \left(\frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \times \left(\frac{9485}{0,2} \right)^{1/2} = 246 \text{ мм.} \quad (7.6)$$

Определим диаметр воздуховода для второй ветви:

$$D = 1,13 \times \left(\frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \times \left(\frac{9485}{0,2} \right)^{1/2} = 246 \text{ мм.}$$

Определим диаметр общего воздуховода для:

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

2. Производственный шум.

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

- сварочный полуавтомат ПРОФИ MIG 350-1;
- ТС-16-2;
- ВДМ-1202СА
- вентиляция;
- сварочная дуга;
- слесарный инструмент: молоток ($m = 2$ кг) ГОСТ 2310-77, шабер, машинка ручная шлифовальная пневматическая ИП 2002 ГОСТ 12364-80, молоток рубильный МР-22.

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

Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности приведены в таблице 7.1 [52].

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 [52].

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) [48].

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 [53].

7.2.2 Обеспечение требуемого освещения на участке

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

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

7.2.3 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производённой среды

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

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

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

Тепловая радиация на рабочем месте может в целом составлять 0,5-6 кал/см²×мин [54].

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, исключающие попадание искр и капель расплавленного металла. Перечень средств индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке приведен в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Средства индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке

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

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

Во избежание затекания раскаленных брызг костюмы должны иметь гладкий 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.

Сопrotивление заземляющего устройства должно быть не более 4 Ом.

На участке используется контурное заземление – по периметру площади размещают оценочные заземлители.

Для связи вертикальных заземлителей используют полосовую сталь сечением 4x12 миллиметров.

7.2.4 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 частей решётки перегружателя на приспособлениях, а также контроль за правильностью строповки;

- контроль за своевременностью аттестации оснастки, грузоподъемных средств и стропов.

Для поддержания необходимой температуры применяется центральное отопление.

7.3 Экологическая безопасность

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 [55].

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 перегружателя ФЮРА.000800.169.00.000 СБ используют масляные фильтры *CF-PS12* (325(2)/170) для очистки воздуха от пыли по ГОСТ Р 51251-99. Фильтры устанавливаются в системе вытяжной вентиляции. 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 %.

Предельно допустимая концентрация примесей в атмосфере на территории промышленного предприятия не должна превышать 30 процентов вредных веществ для рабочей зоны [55].

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 перегружателя 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 [55].

7.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – состояние, при котором в результате возникновения источника ЧС на объекте, определённой территории или

акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде.

В настоящее время существует два основных направления ликвидации вероятности возникновения и последствий ЧС на промышленных объектах.

Первое направление заключается в разработке технических и организационных мероприятий, уменьшающих вероятность реализации опасного поражающего потенциала современных технических систем. Второе направление заключается в подготовке объекта, обслуживающего персонала, служб ГО и населения к действиям в условиях ЧС.

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 ОВЭ-8 (з) АВСЕ 01 морозостойкие Пожнотех [56] (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).

Заключение

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

Для сборки-сварки рештака перегружателя применено приспособление сборочно-сварочное, а также приспособление сборочно-сварочное установленное на сварочный кантователь, 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 – 124,79 м²;

Средний коэффициент загрузки оборудования – 41,19 %.

Количество приведенных затрат – 23977619,22 руб./изд.× год.

Библиография

1. Уголь: свойства, способы переработки, применение URL: <https://xn--80aegj1b5e.xn--p1ai/publication/ugol-svoystva-sposoby-pererabotki-primenenie> (дата обращения: 22.03.2023)
2. Горбатов Павло Анатолійович. Прнци машини для підземного видобування вугілля: Навч посіб. для вузів / П.А. Горбатов, Г.В. Петрушін, М.М. Лисенко С.В. Павленко, В.В. Косарев; Під заг. ред. П.А. Горбатова, - 2-ге вид. перероб. і доп. - Донецьк: Норд Комп'ютер. 2006 - 669с.: іл. ISBN 966-377-025-2
3. Вашуков Ю.А. Сборочно-сварочные приспособления: учебное пособие / Ю.А. Вашуков. – Самара: Издательство Самарского университета, 2021. – 84 с. ISBN 978-5-7883–1657-4
4. Приспособления для сварки URL: <https://stankiexpert.ru/spravochnik/svarka/prisposobleniya-dlya-svarki.html> (дата обращения: 22.03.2023)
5. Хайдарова А.А. Сборочно-сварочные приспособления. Этапы конструирования: учебное пособие / Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета. 2013. – 132 с.
6. ОСТ 12.44.107-79 Изделия угольного машиностроения. Общие технические требования к изготовлению.
7. ОСТ 36-58-81 «Конструкции строительные. Сварка. Основные требования».
8. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Требования к производству сварочных работ на опасных производственных объектах».
9. РД 34.15.132-96 Сварка и контроль качества сварных соединений металлоконструкций зданий при сооружении промышленных объектов.
10. СТО 9701105632-003-2021. Инструкция по визуальному и измерительному контролю

11. ГОСТ Р ИСО 17637-2014 «Контроль неразрушающий. Визуальный контроль соединений, выполненных сваркой плавлением»
12. Марочник сталей и сплавов. 4-е изд., переработ. и доп. / Ю.Г. Драгунов, М28 А.С. Зубченко, Ю.В. Каширский и др. Под общей ред. Ю.Г. Драгунова и А.С. Зубченко – М.: 2014. 1216 с.: илл. ISBN 978-5-94275-582-9
13. Сталь 14ХГ2САФД URL: <https://resursmsk.ru/14hg2safd> (дата обращения: 31.03.2022)
14. Китаев А.М. Китаев Я.А. Справочная книга сварщика. – М: Машиностроение, 1985. – 256 с., ил. (Серия справочников для рабочих).
15. Васильев В.И., Ильященко Д.П. Разработка этапов технологии при дуговой сварке плавлением – Издательство ТПУ, 2008г. – 96 с.
16. Гривняк И. Свариваемость сталей: Пер. со словац. Л.С. Гончаренко; под ред. Э.Л. Макарова. – М.: Машиностроение, 1984. – 216 с., ил.
17. ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. технические условия.
18. СВ-08Г2С URL: <https://www.esab.ru/ru/products/filler-metals/mig-mag-wires-gmaw/mild-steel-wires/sv-08g2s.cfm> (дата обращения: 31.03.2023)
19. Электронный марочник российских сталей. Самый полный источник информации об отечественных сталях URL: <https://rss.metalinfo.ru/ru/russteel/46461> (дата обращения: 31.03.2023)
20. Сварка и сварщик URL: <https://welding.com/svarochnye-smesi-byvayut-argona-uglekislogo-gaza> (дата обращения: 31.03.2023)
21. Флюс сварочный АН-348А URL: <https://www.ventsvar.ru/catalog/flux-an-348a.html?pid=15695> (дата обращения: 31.03.2023)
22. Быковский О.Г., Петренко В.Р., Пешков В.В. Справочник сварщика. М.: Машиностроение, 2011. – 336 с.; ил.
23. ПРОФИ MIG 350-1 URL: <https://ptk-svarka.ru/product/profi-mig-350-1> (дата обращения: 31.03.2023)
24. Сварочный трактор ТС-16-2 URL: <https://proinstrument-shop.ru/products/svarochnyj-traktor-ts-16-2> (дата обращения: 31.01.2023)

25. ВДМ-1202СА Выпрямитель сварочный URL: <https://ets-ural.ru/catalog/oborudovanie-dlya-elektrosvarki/avtomaticheskaya-svarka/istochniki-tiristornie/vdm-1202-sa/> (дата обращения: 31.01.2023)

26. Кантователь двухстоечный серии ГРП-КД1 URL: <https://group17.ru/kantovateli/dvuhstoechnye/grp-kd-1.html> (дата обращения: 24.03.2023)

27. Кузнецов М.А. Производство сварных конструкций: методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Производство сварных конструкций» для студентов направления 15.03.01 «Машиностроение», профиль «Оборудование и технология сварочного производства» / А.В. Крюков; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2022. – 16 с.

28. Маслов Б.Г. Неразрушающий контроль сварных соединений и изделий в машиностроении: Учеб. пос. для вузов. – М.: Академия, 2008. – 272 с ISBN 978-5-7695-4275-6

29. Ильяшенко Д.П. Сварочное производство. Неразрушающий контроль: учебно-методическое пособие / Д.П. Ильяшенко. М.А. Кузнецов. А.А. Ермаков; Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета. 2022. – 109 с. ISBN 978-5-4387-1066-0

30. ГОСТ 18442-80* Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования.

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. – С.24 с.

32. Общемашиностроительные укрупнённые нормативы времени на дуговую сварку в среде защитных газов.

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. АО «КУЗБАССЭНЕРГО» URL: <https://sibgenco.ru/companies/oao-kuzbassenergo/> дата обращения: 02.04.2023)

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

36. ГОСТ Р 2.601-2019 «Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы».

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

38. Плиты сборочно-сварочные монтажные чугунные бу URL: https://www.avito.ru/perm/oborudovanie_dlya_biznesa/plity_sborочно-svarochnye_montazhnye_chugunnye_bu_2354421590 (дата обращения: 22.04.2023)

39. 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. – 24 с.

40. Лист стальной 14ХГ2САФД URL: https://nsk.pulscen.ru/products/list_stalnoy_14khg2safd_157307622 (дата обращения: 22.04.2023)

41. Полоса 45x505x2000 ст.10ХСНД URL: https://kemerovo.pulscen.ru/products/polosa_45kh505kh2000_st_10khsnd_100939602 (дата обращения: 22.04.2023)

42. Лист стальной горячекатанный 65мм сталь 35 ГОСТ 19903-90 URL: https://kazan.pulscen.ru/products/list_stalnoy_goryachekatanny_65mm_stal_35_gost_19903_90_108887314 (дата обращения: 22.04.2023)

43. Лист г/к 90 мм, 1x3.7 м, 09Г2С-12 URL: https://ekb.pulscen.ru/products/list_g_k_90_mm_1kh3_7_m_09g2s_12_214691853 (дата обращения: 22.04.2023)

44. Проволока сварочная от 0,3 до 12 мм по ГОСТ 2246-70 08Г2С, 06Х19Н9Т URL:

https://kemerovo.pulscen.ru/products/provoloka_svarochnaya_ot_0_3_do_12_mm_po_gostu_2246_70_08g2s_06kh19n9t_08_44874677 (дата обращения: 22.04.2023)

45. Сварочная проволока $D=4$ Марка: Св-18ХГС ГОСТ 2246-70
Вид_упак.: моток Вес: 80 URL:
https://kemerovo.pulscen.ru/products/svarochnaya_provoloka_d_4_marka_sv_18khgs_gost_2246_70_vid_upak_motok_ves_80_234476052 (дата обращения: 22.04.2023)

46. Газовая смесь аргон-углекислота (75-80% Ar, 25-20% CO₂) 40 л URL:
https://www.promgaznovosib.ru/goods/149684719-gazovaya_smes_argon_uglekislota_75_80_ar_25_20_so2_40_1 (дата обращения: 29.05.2023)

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

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

49. Запыленность и загазованность воздуха в рабочих зонах URL:
<http://www.ecolosorse.ru/ecologs-281-1.html> (дата обращения: 09.05.2023)

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

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

52. 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.

53. 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.

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

55. Селитебные зоны – это что? Селитебная территория *URL:* <http://fb.ru/article/288464/selitebnyie-zonyi---eto-cto-selitebnaya-territoriya> (дата обращения: 29.05.2023)

56. Огнетушитель ОВЭ-8 (з) АВСЕ 01 морозостойкие Пожнотех *URL:* <https://novosibirsk.di01.ru/product/ove-8-z-avsye-01-morozostoykie-pozhnanotekh/> (дата обращения: 31.05.2023)

Приложение А
(обязательное)
Спецификация Рештак

Перв. примен.	Строч. №	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
						<u>Документация</u>		
					ФЮРА.000001.169.00.000 СБ	Сборочный чертеж		З-А1
						<u>Сборочные единицы</u>		
				1	ФЮРА.000001.169.01.000	Пневмоприжим	3	
				2	ФЮРА.000001.169.02.000	Площадка	2	
				3	ФЮРА.000001.169.03.000	Упор	3	
				4	ФЮРА.000001.169.04.000	Стойка	6	
				5	ФЮРА.000001.169.05.000	Стол	1	
				6	ФЮРА.000001.169.06.000	Прижимной винт	2	
				7	ФЮРА.000001.169.07.000	Кронштейн	4	
				8	ФЮРА.000001.169.08.000	Упор	4	
						<u>Детали</u>		
				9	ФЮРА.000001.169.00.001	Планка	6	
				10	ФЮРА.000001.169.00.002	Кронштейн	2	
				11	ФЮРА.000001.169.00.003	Прижим	2	
				12	ФЮРА.000001.169.00.004	Кронштейн	8	
				13	ФЮРА.000001.169.00.005	Защелка	4	
				14	ФЮРА.000001.169.00.006	Ось	4	
					ФЮРА.000001.169.00.000			
				Изм./лист	№ докум.	Подп.	Дата	
Инв. № подл.	Разраб.	Петропавлов			Приспособление сборочно-сварочное	Лит.	Лист	Листов
	Пров.	Кузнецов				4	1	2
	Н.контр.	Кузнецов				ЮТИ ТПУ зр. 3-10А81		
	Утв.					Формат А4		

Копировал

Приложение Б

(обязательное)

Спецификация Приспособление сборочно-сварочное

Формат	Зона	Поз	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание	Перв. примен.	Стр. №	Подп. и дата	Инв. № дробл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Изм. № подл.						
													Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
				<i>Документация</i>															
			ФЮРА.000001.169.00.000 СБ	Сборочный чертеж		3-А1													
				<i>Сборочные единицы</i>															
		1	ФЮРА.000001.169.01.000	Пневмоприжим	3														
		2	ФЮРА.000001.169.02.000	Площадка	2														
		3	ФЮРА.000001.169.03.000	Упор	3														
		4	ФЮРА.000001.169.04.000	Стойка	6														
		5	ФЮРА.000001.169.05.000	Стол	1														
		6	ФЮРА.000001.169.06.000	Прижимной винт	2														
		7	ФЮРА.000001.169.07.000	Кронштейн	4														
		8	ФЮРА.000001.169.08.000	Упор	4														
				<i>Детали</i>															
		9	ФЮРА.000001.169.00.001	Планка	6														
		10	ФЮРА.000001.169.00.002	Кронштейн	2														
		11	ФЮРА.000001.169.00.003	Прижим	2														
		12	ФЮРА.000001.169.00.004	Кронштейн	8														
		13	ФЮРА.000001.169.00.005	Защелка	4														
		14	ФЮРА.000001.169.00.006	Ось	4														
			ФЮРА.000001.169.00.000																
Инв. № подл.	Разраб.	Петропавлов				Приспособление сборочно-сварочное	Лит	Лист	Листов										
	Пров.	Кузнецов					4	1	2										
	Н.контр.	Кузнецов					ЮТИ ТПУ												
	Утв.						зр. 3-10А81												
							Формат А4												

Дубл.	Взам.	Подл.	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Поз.	Наименование ДСЕ или материала	Обозначение ДСЕ	ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. расх.
К/М	Я	Разл. п.	Общ. п.	Разл. п.	Общ. п.	Разл. п.	Общ. п.	Разл. п.	Общ. п.	Разл. п.	Общ. п.	Разл. п.	Общ. п.	Разл. п.
Разраб.														
Проб.									ФЮРА.000800.1690.000					
Нормир.														
Нач. БТК														
Н. конпр.														
<i>Рештак</i>														
К01								Обозначение	Наименование	Материал	Кол-во			
02														
03	1						ФЮРА.000800.1698.01.000	Баковина	35л	35л	1			
04	2						ФЮРА.000800.1698.02.000	Баковина	35л	35л	1			
05	3						ФЮРА.000800.1698.03.000	Днище	1/4Х2САФД	1/4Х2САФД	1			
06	4						ФЮРА.000800.1698.00.001	Днище нижнее	09Г2С	09Г2С	1			
07	5						ФЮРА.000800.1698.00.002	Платик	10ХСНД	10ХСНД	1			
08	6						ФЮРА.000800.1698.00.003	Платик	10ХСНД	10ХСНД	1			
09														
10							Проволока СВ-08Г2С-0				12446 кг.			
11							Проволока СВ-18ХГС				11803 кг.			
12							Смесь газов Ar+CO ₂				2,743 м ³			
13							Флюс сварочный АН-348А				14,168 кг.			
14							Масса сд. ед. 875 кг.							
15														
16														
17														
КК														4
Комплектовочная карта														

Дубл. Взам. Подл.																				
Разраб.																				
Проб.											ФЮРА.000800.16900.000									
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 документа														
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала					Обозначение: код														
А01																				
002	045 Слесарная $T_0 = 2,2$ мин.																			
03	Приспособление сварочное; Кантователь сварочный ГРП-КД1-ПЦ 2000.																			
А04	1. Установить сб. ед. на кантователь сварочный ГРП-КД1-ПЦ 2000 в приспособление $T=2,2$ мин.																			
Б05	и закрепить.																			
06	Работу выполнять двумя рабочими.																			
07																				
08	050 Сварка $T_0 = 0,56$ мин.																			
09	Приспособление сварочное; Кантователь сварочный ГРП-КД1-ПЦ 2000.																			
010	1. Установить на сб. ед. согласно чертежу ФЮРА.000800.16900.000 сб. платик поз. 5 и платик поз. 6																			
011	в р-ры $2 \pm 0,5$ (см. Ж-Д, Е-Е). $T=0,56$ мин.																			
012																				
Т13	Линейка Угольник, Чертилка.																			
Т14																				
Т15																				
16																				
КТП	Карта технологического процесса																14			

Дубл.	Взам.	Лабл.	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.	
							Обозначение документа												
							Обозначение: код												
Разраб.																			
Проб.																			
Нормир.																			
Нач. БТК																			
Н. конпр.																			
А																			
Б																			
К/М																			
А01																			
002																			
03																			
А04																			
Б05																			
06																			
07																			
08																			
09																			
010																			
011																			
012																			
Т13																			
Т14																			
Т15																			
16																			
КТП																			

То = 1,2 мин.

055 Сварка

Приспособление сварочное; Кантователь сварочный ГРП-КД1-ПЦ 2000.

Смесь газов Ar(80%)+CO₂ (20%) ГОСТ Р ИСО 14.175-2010; Проволока СВ-08Г2С-0 φ1,2 ГОСТ 22446-70.

Сварочный полуавтомат ПРОФИ MIG 350-1.

1. Прихватить платки поз. 5 и поз. 6 к св. ед.

Количество прихваток 8.

Катет прихватки-5 мм. Исв, А 260-280 Исв, В 25-28 расходу газа 12-14 л/мин.

Длина прихватки - 10-20 мм.

060 Сварка

Приспособление сварочное; Кантователь сварочный ГРП-КД1-ПЦ 2000.

Смесь газов Ar(80%)+CO₂ (20%) ГОСТ Р ИСО 14.175-2010; Проволока СВ-08Г2С-0 φ1,2 ГОСТ 22446-70.

Сварочный полуавтомат ПРОФИ MIG 350-1.

Количество прихваток 8.

Катет прихватки-5 мм. Исв, А 260-280 Исв, В 25-28 расходу газа 12-14 л/мин.

Длина прихватки - 10-20 мм.

Карта технологического процесса

