

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

Школа Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки 15.04.01 «Машиностроение»
 Отделение школы (НОЦ) Отделение электронной инженерии

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Разработка технологии сборки и сварки переходного решетки
УДК 621.757:621.791.014:622.647.

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ВМ81	Синютин О.В.		17.06.2020

Руководитель


Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Киселев А.С.	к.т.н, профессор		17.06.2020

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Маланина В.А.	к.э.н		02.06.2020

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ООД	Федорчук Ю.М.	д.т.н, профессор		19.05.2020

Консультант-лингвист

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОИЯ	Марцева Т.А.	к.филол.н.		20.05.2020

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Гордынец А.С.	к.т.н		17.06.2020

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП 15.04.01

Код	Результат обучения
Универсальные компетенции	
P1	Способность применять глубокие естественнонаучные, математические и инженерные знания при создании новых конкурентоспособных технологий изготовления деталей и сборки машин с применением компьютерных технологий
P2	Способность ставить и решать инновационные инженерные задачи с использованием системного анализа и моделирования объектов и процессов машиностроения
P3	Способность разрабатывать методики и организовывать проведение теоретических и экспериментальных исследований в области технологии и машиностроения с использованием новейших достижений науки и техники.
P4	Способность проводить маркетинговые исследования, используя знания проектного менеджмента, участвовать в создании или совершенствовании системы менеджмента качества предприятия.
P5	Способность работать в многонациональном коллективе над междисциплинарными проектами в качестве исполнителя и руководителя.
P6	Способность подготавливать научно-технические отчеты, обзоры, методическую документацию, публикации по результатам выполненных исследований в области машиностроения
Профессиональные компетенции	
P9	Применять глубокие знания в области конструирования сборочно-сварочных приспособлений, механизации и автоматизации сварочных процессов с учетом специфики технологии изготовления сварной конструкции
P10	Решать инновационные задачи по сварке специальных сталей, применению современных методов неразрушающего контроля с использованием системного анализа и моделирования процессов контроля
P11	Ставить и решать инновационные задачи по применению необходимого оборудования для контактной сварки, проектировать сварочные процессы с принципиально новыми технологическими свойствами, конкурентоспособных на мировом рынке машиностроительного производства

Перечень графического материала	<ol style="list-style-type: none"> 1. Титульный лист (название работы), цель, задачи. 2. Материалы, оборудование и методы конструирования 3. Детализирование переходного рештака 4. Схема компоновки рабочего места сборки подузла №1 и №2, узла №1 и №2, подузла №3 5. Схема компоновки рабочего места общей сборки-сварки 6. Расчетная схема кольцевого кантователя 7. Экономическая часть, и социальная ответственность. 8. Заключение и выводы.
----------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
Основная часть магистерской диссертации	Киселев Алексей Сергеевич
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Маланина Вероника Анатольевна
Социальная ответственность	Федорчук. Юрий Митрофанович
Часть магистерской диссертации на английском языке	Марцева Татьяна Александровна

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

1. Назначение, конструктивные особенности и условия работы переходного рештака

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	30.01.2019
-------------------------------------------------------------------------------------------------	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Киселев Алексей Сергеевич	к.т.н, доцент		28.01.2019 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ВМ81	Синютнич Ольга Викторовна		28.01.2019 г.

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности (ИШНКБ)

Направление подготовки (специальность) 15.04.01 «Машиностроение»

Уровень образования магистратура

Профиль «Машины и технологии сварочного производства»

Отделение электронной инженерии

Период выполнения (осенний / весенний семестр 2019 /2020 учебного года)

Форма представления работы:

Магистерская диссертация

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

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы: _____

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
04.02.2020	Назначение, конструктивные особенности переходного рештака	15
25.02.2020	Материалы, оборудование и методы исследования	15
29.03.2020	Разработка технологии сборки и сварки	35
15.04.2020	Выводы	10
22.04.2020	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
06.05.2020	Социальная ответственность	10
13.05.2020	Часть магистерской диссертации на английском языке	5

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Киселев А.С.	к.т.н., доцент		30.01.2019

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Гордынец А.С.	к.т.н.		30.01.2019

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

Студенту:

Группа	ФИО
1ВМ81	Синютич Ольга Викторовна

Школа	ИШНКБ	Отделение школы (НОЦ)	ОЭИ
Уровень образования	Магистр	Направление/специальность	15.04.01/Машиностроение

Тема ВКР

Разработка технологии сборки и сварки переходного рештака

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): Материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость применяемого оборудования для проведения эксперимента, заработная плата с учетом районного коэффициента, стоимость электроэнергии
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды – 30.2%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала инженерного проекта (ИП)	1.1 Потенциальные потребители результатов исследования 1.2. Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения 1.3 FAST - анализ 1.4. SWOT – анализ
2. Разработка устава научно-технического проекта	2.1. Устав проекта 2.2. Организационная структура проекта
3. Составление бюджета инженерного проекта (ИП)	3.1 План проекта (календарный план НТИ) 3.2 Бюджет проекта исследования (планируемые затраты на выполнения НТИ) 3.3 Организационная структура проекта (выбор организационной структуры научного проекта)
4. Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИП и потенциальных рисков	4.1 Оценка сравнительной эффективности исследований

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. FAST - анализ
2. Матрица SWOT
3. Оценка готовности проекта к коммерциализации
4. Инициация проекта
5. Планирование управления проектом
6. График разработки и внедрения ИП
7. Инвестиционный план. Бюджет ИП
8. Основные показатели эффективности ИП

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	26.02.2020
-------------------------------------------------------------	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Маланина В.А.	к.э.н		26.02.2020 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ВМ81	Синютнич Ольга Викторовна		26.02.2020 г.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
1ВМ81	Синютюч Ольга Викторовна

ШКОЛА	ИШНКБ	Отделение	
Уровень образования	Магистр	Направление/специальность	15.04.01 «Машиностроение»

Тема дипломной работы: «Разработка технологии сборки и сварки переходного рештака»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p>Сварочный цех находится в Анжеро-Судженске, оснащен спроектированным нестандартным оборудованием для сборочно-сварочных работ, Для улучшения условий в сварочном цеху устанавливаются вентиляция и устройства для отсасывания воздуха из цеха.</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------


Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты; – (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства). <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения). 	<p>К числу вредных факторов на рабочем месте следует отнести:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Недостаточная освещенность; • Нарушения микроклимата; • Шум; • Повышенный уровень электромагнитного излучения; • Наличие токсикантов <p>К опасным факторам:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Электроопасность; класс электроопасности помещения, безопасные номиналы I, U, R_{заземления}, СКЗ, СИЗ; Проведен расчет освещения рабочего места; представлен рисунок размещения светильников на потолке с размерами в системе СИ; <p>Пожароопасность, категория пожароопасности помещения, марки огнетушителей, их назначение и ограничение применения; Приведена схема эвакуации.</p> <p>Механическое оборудование, в т.ч. г/п механизмы (таль, тельфер).</p>
<p>2. Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); 	<p>Наличие отходов (металлическая стружка, абразивная пыль, черновики бумаги, отработанные картриджи принтера,) потребовали</p>

<ul style="list-style-type: none"> – 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>разработки методов (способов) утилизации перечисленных отходов. Также требует разработки их утилизации.</p>
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. 	<p>Приводятся возможные для Сибири ЧС; Возможные ЧС: морозы, диверсия</p> <ul style="list-style-type: none"> - разрабатываются превентивные меры по предупреждению ЧС; - разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; <p style="padding-left: 40px;">разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</p>
<p>4. Перечень нормативно-технической документации, использованной при написании раздела СО.</p>	<p>Приведены перечень НТД, используемых в данном разделе, схема эвакуации при пожаре, схема размещения светильников на потолке согласно проведенному расчету.</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	26.02.2020 г.
------------------------------------------------------	---------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ТПУ	Федорчук Ю.М.	д.т.н.		26.02.2020 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
	Синютнич Ольга Виктровна		26.02.2020 г.

Реферат

Выпускная квалификационная работа 150 страниц, 20 рисунков, 39 таблиц, 31 использованных источника, 15 листов демонстрационного материала(слайдов), 2 приложения.

Ключевые слова: сварка в среде защитных газов, нормирование технологического процесса, компоновка рабочего места, пневмоцилиндр, рама приспособления, кантователь, расход газа, режим сварки.

Объектом изготовления является рештак переходной, изготавливаемый из сталей низколегированного класса 10Г2С1 и 16Г2АФ. Рештак представляет собой прочную сварную конструкцию, состоящую из двух боковин Σ -образного поперечного сечения, соединенных средним (рабочим) листом толщиной 30 мм и нижним листом (днище) толщиной 20 мм.

Целью данной работы является разработка технологии изготовления рештака в условиях серийного производства, поскольку базовая технология единичного производства работает в основном на универсальном оборудовании, что в итоге сказывается на высокой стоимости продукции.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- разработка принципиально нового технологического процесса сборки и сварки переходного рештака;
- проведение расчётов нестандартного оборудования;
- проведение нормирования технологического процесса;
- проведение исследования по социальной ответственности;
- проведение экономического анализа.

Abstract

The final qualifying work consists of 160 pages, 20 figures, 39 tables, 31 sources used, 15 sheets of demonstration material (slides), 2 supplements.

Keywords: welding in the environment of protective gases, normalization of the technological process, workplace layout, pneumatic cylinder, frame of the device, tipping device, gas consumption, welding mode.

The object of manufacture is a transition pan, made of low-alloy steels of class 10G2S1 and 16G2AF. Each pan consists of two sides of an E-shaped cross section connected by a middle (work) sheet 30mm thick and lower sheet (bottom) 20mm thick.

The purpose of this work is to develop a technology for manufacturing a transition pan in the conditions of mass production, since the basic technology of single production works mainly on universal equipment, which ultimately affects the high cost of products.

To achieve this goal, the following tasks were completed:

- development of a fundamentally new technological process for assembly and welding of transition pan;
- performing calculations of non-standard equipment;
- carrying out the normalization of the technological process;
- conducting research on social responsibility;
- conducting economic analysis.

Определения, сокращения и нормативные ссылки

В настоящей работе применены следующие термины с соответствующими определениями.

Орбитальная сварка – специализированный способ сварки, при котором дуга механически поворачивается на 360° (180 градусов в двойной сварке) вокруг статической заготовки, представляющей собой такой предмет как труба или др.

Сварочная ванна – слой расплавленного металла на поверхности свариваемых изделий, образующихся в процессе сварки.

Критическая масса – масса сварочной ванны, при которой расплавленный металл не стекает.

Импульсное питание – подача импульсов с высокой величиной тока и частотой.

Нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

- ГОСТ Р 1.5-2012 Стандартизация в Российской Федерации Стандарты национальные. Правила построения, изложения, оформления и обозначения;
- ГОСТ 7.32-2001 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления;
- СТП ТПУ 2.5.01-2014 Система образовательных стандартов. Работы выпускные квалификационные, проекты и работы курсовые. Структура и правила оформления;
- ГОСТ 12.1.003-83 – Шум. Общие требования безопасности;
- СНиП 23-03-2003 – Защита от шума;

- ОСП-72/87 – Основные санитарные правила работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений;

- ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

- ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

- ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».

- СанПиН 2.2.4.1191-03 Электромагнитные поля в производственных условиях.

- ППБ 01-03. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации.

- СанПиН 2.2.4.3359-16 Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах.

В настоящей работе использованы следующие сокращения:

- G_v – масса сварочной ванны;
- I_d – ток дуги;
- U_d – напряжение на дуге;
- $I_{св}$ – сварочный ток;
- I_i – ток импульса;
- $I_{п}$ – ток паузы;
- T_i – период следования тепловых импульсов за счет тока;
- t_i – полная длительность импульса;
- t_c – время паузы;
- H – глубина сварочной ванны;
- B – ширина сварочной ванны;
- L – длина сварочной ванны;

Оглавление

Введение	18
1 Назначение, конструктивные особенности и условия работы переходного рештака	20
1.1 Область применения и назначение переходного рештака	20
1.2 Технологичность конструкции	24
1.3 Материалы, применяемые при изготовлении переходного рештака	25
2 Описание существующего технологического процесса изготовления переходного рештака и его критический анализ	29
2.1 Сборка и сварка переходного рештака.....	29
2.2 Контрольная операция собранной конструкции	30
2.3 Критический анализ существующего технологического процесса	31
3 Проектирование нового технологического процесса изготовления переходного рештака	33
3.1 Рабочее место сборки-сварки подузла №1	34
3.1.1 Расчет приспособления для сборки-сварки подузла №1	36
3.1.1.1 Расчет эксцентриковых прижимов	36
3.1.1.2 Расчет рамы приспособления	37
3.2 Рабочее место сборки-сварки подузла №2.....	38
3.3 Рабочее место сборки узла №1	41
3.3.1 Расчет приспособления для сборки узла №1	44
3.3.1.1 Расчет пневматических прижимов	45
3.3.1.2 Расчет рамы приспособления	46
3.4 Рабочее место сварки узла №1	47
3.5 Рабочее место сборки-сварки узла №2.....	49
3.6 Рабочее место сборки подузла №3	52
3.6.1 Расчет приспособления для сборки подузла №3	55
3.6.1.1 Расчет пневматических прижимов	55
3.6.1.2 Расчет рамы приспособления	56

3.7 Рабочее место сварки подузла №3	57
3.7.1 Расчет приспособления для сварки подузла №3	60
3.7.1.1 Расчет пневматических прижимов	61
3.7.1.2 Расчет привода вращения кантователя.....	61
3.8 Рабочее место общей сборки-сварки.....	63
3.9 Контроль качества изготовления переходного рештака	67
4 Расчет параметров режима сварки	70
4.1 Расчет параметров режима механизированной сварки в среде смеси защитных газов.....	70
4.2 Расчет параметров режима сварки полуавтоматом в среде смеси защитных газов	75
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	78
5.1 Маркетинговые исследования	78
5.2 Анализ конкурентных технических решений.....	79
5.3 SWOT анализ	82
5.4 Инициация проекта	85
5.4.1 Цели и результаты проекта	85
5.4.2 Организационная структура проекта	86
5.5 План проекта.....	87
5.6 Нормирование технологического процесса изготовления переходного рештака	90
5.6.1 Расчет требуемого количества рабочих мест.....	90
5.6.2 Определение состава и требуемой численности персонала.....	92
5.7 Бюджет научного исследования	94
5.7.1 Расчет заработной платы работающих.....	94
5.7.2 Расчет затрат на основные средства и амортизационные отчисления	95
5.7.3 Расчет затрат на малоценные и быстроизнашивающиеся предметы	97
5.7.4 Расчет затрат на материалы	98
5.7.5 Расчет затрат на энергоресурсы.....	99

5.7.6 Отчисления на социальные нужды.....	102
5.7.7 Расчет прочих затрат	102
5.7.8 Расчет неучтенных затрат	102
5.7.9 Калькуляция себестоимости переходного рештака.....	103
5.7.10 Расчет прибыли.....	104
5.8 Реестр рисков проекта.....	105
5.9 Оценка сравнительной эффективности исследования	105
6 Социальная ответственность	110
6.1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды.....	111
6.1.1 Электромагнитные поля в производственных помещениях	112
6.1.2 Производственный шум.....	114
6.1.3 Освещенность рабочей зоны.....	115
6.1.4 Микроклимат в помещении	119
6.2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды.....	121
6.2.1 Факторы электрической природы	121
6.2.2 Факторы пожарной и взрывной природы	123
6.3 Охрана окружающей среды	125
6.4 Защита в ЧС	126
6.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	127
Заключение	129
Список использованных источников	131
Приложение А	134
Приложение В	139

Введение

Данная ВКР посвящена разработке технологии изготовления переходного рештака.

В современном развитии машиностроения, авиастроения, судостроения, строительства важная роль принадлежит сварочному производству. Во всех сферах машиностроения массово применяют высокопроизводительные и экономически эффективные технологические процессы сварки, наплавки, пайки, термической резки и металлизации, позволяющие успешно обрабатывать почти все конструкционные материалы толщиной от десятков микрометров до нескольких метров [1]. При проектировании новых или реконструкции действующих сварочных производств достигнутый высокий уровень развития сварочной техники служит прочной базой для значительного дальнейшего увеличения производительности труда, экономии материалов и энергии в народном хозяйстве, повышения качества и снижения себестоимости сварной продукции.

Научно-техническая политика РФ на современном этапе ориентирована на концентрацию ресурсов по приоритетным направлениям экономического развития, определяемым первоочередными государственными научно-техническими программами. Выполнение их нацелено на повышение эффективности экономического потенциала, преодоление сырьевой направленности промышленности, усиление экспортной экспансии страны и упрочение ее позиций на внешнем рынке, развитие импортозамещающих производств на основе активной инновационной деятельности, повышение технического уровня производств, формирование законченных технологических циклов с выпуском готовой продукции.

Стратегические задачи на ближайшее десятилетие предусматривают максимальное использование преимуществ РФ, к которым относится освоение минерально-сырьевых ресурсов.

По данным ЦДУ ТЭК, в 2019 г. добыто 441,4 млн. т угля (+28,1 млн. т, +6,8% к 2018 году). Увеличение добычи угля произошло в Сибирском (+23,3 млн. т, +7,1% к 2017 г.), Дальневосточном (+5,2 млн. т, +7,6%) и Северо-Западном (+0,9 млн. т, +10.9%), федеральных округах. Основная доля в добыче угля по Российской Федерации принадлежит Сибирскому федеральному округу (79,6% от общего объема) [2].

В связи с этим возрастает спрос на горнотранспортное оборудование, в том числе переходные рештаки, как на территории РФ, так и в странах ближнего зарубежья.

В результате разработки проекта должна быть обеспечена возможность создания наиболее передового по техническому уровню и экономичного в эксплуатации технологического процесса изготовления заданной продукции, а также соблюдение других современных требований.

Целью ВКР является разработка технологии изготовления рештака в условиях серийного производства, поскольку базовая технология единичного производства работает в основном на универсальном оборудовании, что в итоге сказывается на высокой стоимости продукции.

Задачами ВКР являются:

- разработка принципиально нового технологического процесса сборки и сварки переходного рештака;
- проведение расчётов нестандартного оборудования;
- проведение исследования по социальной ответственности;
- проведение экономического анализа.

1 Назначение, конструктивные особенности и условия работы переходного рештака

1.1 Область применения и назначение переходного рештака

Рештак переходной является основным элементом рештачного става конвейера, служащего в качестве привязки секций механизированной крепи. Рештак представляет собой основу в виде металлического желоба, по которому осуществляется доставка сыпучих веществ (горной породы, полезных ископаемых).

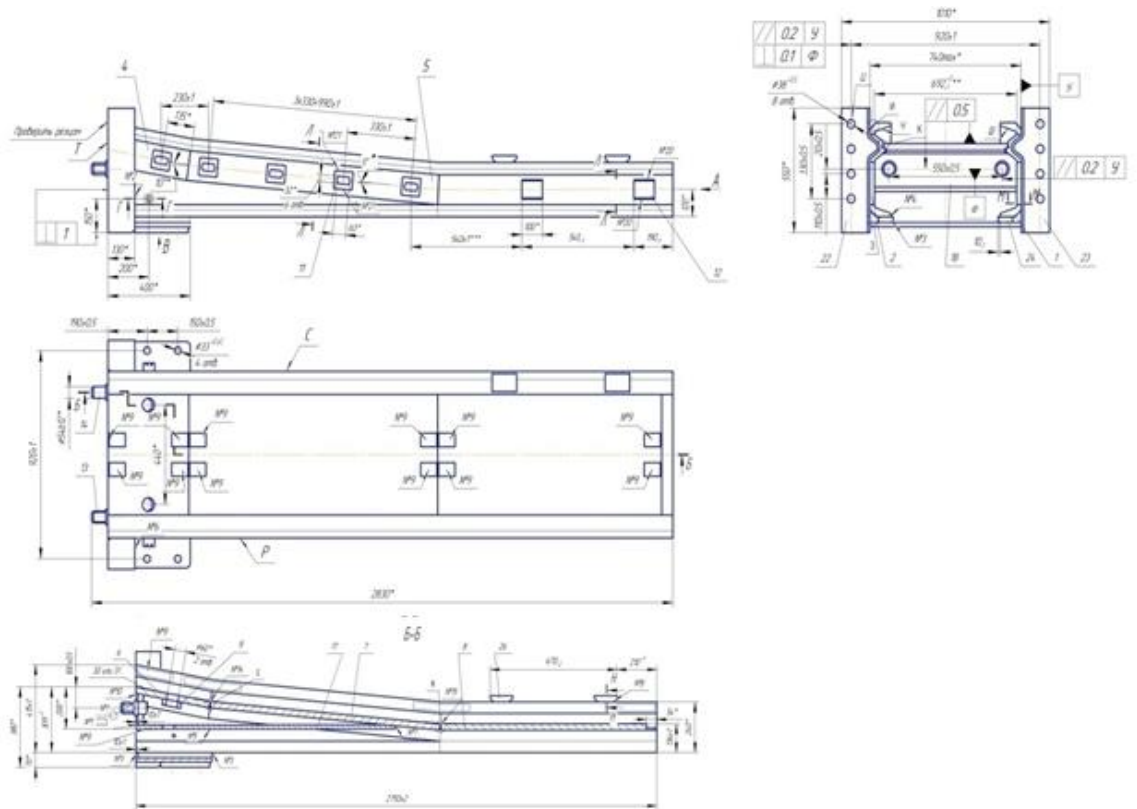


Рисунок 1.1 – Геометрическая схема общего вида переходного рештака:

- 1 - боковина; 2 - вставка; 3 - полка верхняя; 4 - вставка; 5 - вставка;
- 6, 7, 8, 17 - днище; 13, 14 - палец; 11, 18 - планка; 22 - фланец;
- 19, 24, 26, 27 – накладка

Рештаки предназначены для перемещения угля в шахтах и применяются на конвейерах производительностью не более 700 т/час. Каждый рештак

представляет собой прочную сварную конструкцию, состоящую из двух боковин Σ -образного поперечного сечения, соединенных средним (рабочим) листом толщиной 30 мм и нижним листом (днище) толщиной 20 мм. Ресурс рештачного става в нормальных условиях рассчитан на 2 миллиона тонн угля.

Специальная конструкция рештаков и плоскостей скольжения с устройством для центровки соседних рештаков в накладку позволяет производить быструю сборку рештачного става и транспорт угля в обоих направлениях.

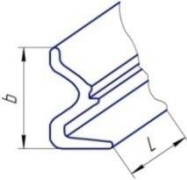
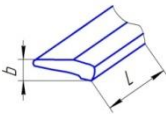
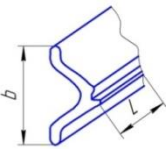
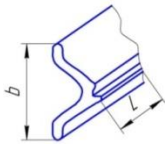
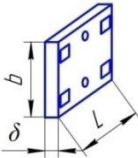
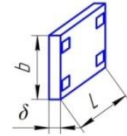
Рештак переходной (рисунок 1.1) на разгрузочной и возвратной приводной станции являются переходным звеном между станцией и рештачным ставом. Они имеют разные размеры и конструкцию.

Переходной рештак возвратной станции приспособлен для крепления к раме станции (с одной стороны) и к стандартному (или специальному) рештаку с другой стороны.

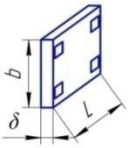

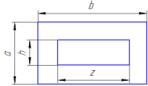
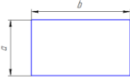
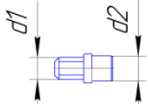
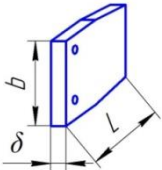
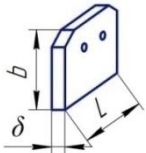
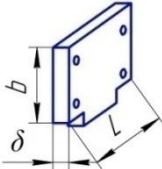
Конструкция является достаточно ответственной и работает в условиях постоянного абразивного износа, поэтому для ее изготовления используют прокат из стали повышенной прочности. Вес конструкции составляет 1149 кг, габаритные размеры конструкции составляют: длина – 2750 мм, высота – 550 мм, ширина – 1000 мм. Переходной рештак состоит из 20 деталей весом от 2,1 кг до 173 кг и толщиной деталей от 20 до 130 мм, что требует использования многопроходной сварки при изготовлении.

Изготавливается из сталей низколегированного класса 10Г2С1 и 16Г2АФ, что требует использования соответствующего сварочного материала. Помимо сварки в технологии используется наплавка твердым сплавом, т.к. конструкция работает на абразивный износ. Сборочный чертеж переходного рештака приведен на листе №1 графической части ВКР. Детализация переходного рештака представлена в таблице 1.1. Присутствуют сверленные детали, а также прокат боковины рештака.

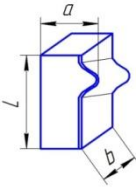
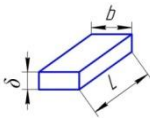
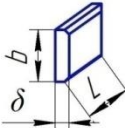
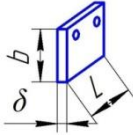
Таблица 1.1 – Детализирование переходного рештака

№ поз.	Наименование	Эскиз	Габариты, мм	Масса, кг	Кол-во	Материал
1	2	3	4	5	6	7
1	Боковина		L=2750 b=186	94	2	Прокат боковины рештака 230 40ГР ТУ14-102-148-93
2	Вставка		L=1570 b=173 delta=20	18,7	2	лист Б-ПН-НО-20,0 16Г2АФ ГОСТ 19903-74 ГОСТ 19281-89
3	Полка верхняя		L=2761 a=102 b=54	66,44	2	Прокат боковины рештака 230 40ГР ТУ14-102-148-93
4	Вставка		L=413 b=132	10,4	2	Прокат боковины рештака 230 40ГР ТУ14-102-148-93
5	Вставка		L=1222 b=132	30,3	2	Прокат боковины рештака 230 40ГР ТУ14-102-148-93
6	Днище		L=604 b=400 delta=30	56,9	1	лист Б-ПН-НО-30,0 16 Г2АФ ГОСТ 19903-74 ГОСТ 19281-89
7	Днище		L=604 b=1220 delta=30	173,5	1	лист Б-ПН-НО-30,0 16 Г2АФ ГОСТ 19903-74 ГОСТ 19281-89

Продолжение таблицы 1.1

8	Днище		L=604 b=1220 $\delta=30$	168	1	лист $\frac{\text{Б-ПН-НО-30,0}}{16 \text{ Г2АФ}}$ $\frac{\text{ГОСТ 19903-74}}{\text{ГОСТ 19281-89}}$
9	Муфта		D=51 d=24	1,2	2	круг $\frac{100\text{-В ГОСТ 2590-88}}{35\text{-ЗП ГОСТ 1050-88}}$
11	Планка		a=80 b=90 h=32 z=63	1,4	10	сталь 35 ГОСТ 1050-88
12	Планка		a=80 b=100	1,8	4	сталь 35 ГОСТ 1050-88
13	Палец		d1=54 d2=60	0,9	2	сталь 35 ГОСТ 1050-88
14	Днище		L=1370,5 b=690 $\delta=20$	146,6	1	лист $\frac{\text{Б-ПН-НО-20,0}}{10 \text{ Г2С1}}$ $\frac{\text{ГОСТ 19903-74}}{\text{ГОСТ 19281-89}}$
15	Планка		L=692 b=140 $\delta=30$	22,4	1	лист $\frac{\text{Б-ПН-НО-30,0}}{16 \text{ Г2АФ}}$ $\frac{\text{ГОСТ 19903-74}}{\text{ГОСТ 19281-89}}$
16	Накладка		L=1000 b=400 $\delta=20$	57,4	1	лист $\frac{\text{Б-ПН-НО-20,0}}{10 \text{ Г2С1}}$ $\frac{\text{ГОСТ 19903-74}}{\text{ГОСТ 19281-89}}$

Продолжение таблицы 1.1

17	Фланец		L=550 a=182 b=130	77,8	2	сталь 35 ГОСТ 1050-88
18	Накладка		L=390 b=70 delta=25	5,4	2	лист $\frac{\text{Б-ПН-НО-25,0}}{10 \text{ Г2С1}}$ ГОСТ 19903-74 ГОСТ 19281-89
19	Накладка		L=80 b=120 delta=30	2,1	2	лист $\frac{\text{Б-ПН-НО-30,0}}{16 \text{ Г2АФ}}$ ГОСТ 19903-74 ГОСТ 19281-89
20	Накладка		L=260 b=122 delta=25	6,64	2	лист $\frac{\text{Б-ПН-НО-25,0}}{10 \text{ Г2С1}}$ ГОСТ 19903-74 ГОСТ 19281-89

1.2 Технологичность конструкции

Конструкция достаточно технологична, так как имеет небольшую металлоемкость, швы располагаются в местах, удобных для механизированной и автоматической сварки, что позволяет значительно ускорить процесс изготовления переходного рештака, уменьшить трудоемкость работ.

С конструктивной точки зрения данная металлоконструкция является технологичной. Изделие по весу, габаритам вписывается в габариты подвижного состава (железнодорожного вагона), предусмотренного на дорогах по технологическим условиям нагрузки и крепления узлов.

Для удобства изготовления конструкция разбивается на узлы и подузлы, которые собираются на отдельных рабочих местах с помощью специально спроектированных приспособлений. Эскизы узлов и подузлов представлены на рисунке 1.2.

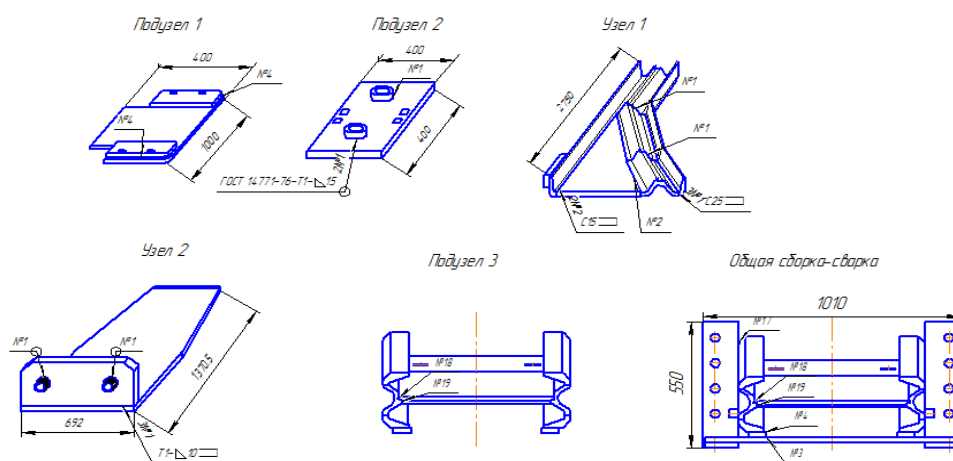


Рисунок 1.2 – Эскизы узлов и подузлов переходного рештака

1.3 Материалы, применяемые при изготовлении переходного рештака

Поскольку для горнотранспортного оборудования необходимо обеспечить прочность и свариваемость, а также надлежащее сопротивление абразивному износу и динамическим воздействиям, сталь для этих конструкций заказывается по группе В, т.е. с гарантией механических свойств и химического состава [3].

Рештак переходной изготавливается из листового горячекатаного проката по ГОСТ 19903-74, ГОСТ 19281-89 и проката боковины рештака 230 40 ГР ТУ 14-102-148-93. Для изготовления конструкции применяется листовой прокат марки 16Г2АФ, 10Г2С1.

Таблица 1.2 – Химический состав и механические свойства стали 16Г2АФ [3]

Марка стали		Вид поставки: лист толстый, полоса ГОСТ 19282-73, ГОСТ 19903-74, ГОСТ 82-70									
16Г2АФ		Массовая доля элемента, %									
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Cu	As	Температура критических точек, °С		
0,14-0,20	0,3-0,6	1,3-1,7	<0,040	<0,035	<0,40	<0,30	<0,30	<0,08	Ac ₁	Ac ₃	Mn
									723	907	400

Продолжение таблицы 1.2

Механические свойства при температуре 20 ⁰ С								
НД	Режим термобработки			Сечение, (мм)	$\sigma_{0,2}$, Н/мм ²	σ_b , Н/мм ²	δ , %	НВ
	Опера ция	t, °С	Охлаждаю щая среда					
ГОСТ 19903-74	Прокат листовой горячекатанный			До 32	440	590	20	-
				Свыше 32 до 50	410	570	20	
Ударная вязкость, КСУ, Дж/см ² , при температуре, °С								
сечение, мм				-40		-70		
5-10				44		34		
10-50				39		29		

Свариваемостью называют способность металлов образовывать при установленной технологии сварки соединения, металл шва которого имел бы механические свойства, близкие к основному металлу. Ориентировочным количественным показателем свариваемости сплава известного химического состава является эквивалентное содержание углерода C_3 , которое определяется по формуле 1.1:

$$C_3 = C + \frac{Mn}{6} + \frac{0,3}{5} + \frac{0,3+0,3}{15} = 0,33\%, \quad (1.1)$$

где содержание углерода и легирующих элементов дается в % ($C_3 = 0,25\%$ – хорошо свариваются без образования закалочных структур в зоне шва, $C_3 = 0,25-0,35\%$ – удовлетворительно свариваются и в определенных условиях требуют предварительный подогрев, $C_3 = 0,36-0,45\%$ - склонны к трещинообразованию требуют предварительный подогрев, $C_3 > 0,45\%$ – плохо свариваются, весьма склонны к закалке и трещинам, требуют при сварке подогрев, специальных технологических приемов и термобработки) [3].

Расчёт ведется по среднему процентному содержанию элементов (таблица 1.2):

$$C_s = 0,12 + \frac{1,65}{6} + \frac{0,3}{5} + \frac{0,3+0,3}{15} = 0,33\%$$

Из этого следует, что сталь 16Г2АФ можно сваривать без предварительного подогрева.

Сталь 10Г2С1 – конструкционная низколегированная для сварных конструкций. Эта марка стали применяется: для изготовления различных деталей и элементов сварных металлоконструкций, работающих при температуре от -70 °С; аппаратов, сосудов и частей паровых котлов, работающих при температурах от -70 °С до +475 °С под давлением; изготовления сварных переходов, фланцев, сварных тройников и других фасонных деталей трубопроводов АС с температурой эксплуатации от -60 °С до +350 °С; деталей гидрогенераторов.

Таблица 1.3 – Химический состав стали 10Г2С1 [3]

Марка стали		Вид поставки: лист толстый, полоса ГОСТ 19282-73, ГОСТ 19903-74, ГОСТ 82-70											
10Г2С1		Массовая доля элемента, %							Температура критических точек, °С				
С	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Cu	As	Ac1	Ac3	Ar3	Ar1	
< 0,12	0,9 - 1,2	1,3-1,65	< 0,04	< 0,035	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,08	763 - 745	920 - 927	790 - 820	640 - 735	
Механические свойства при температуре 20°С													
НД	Режим термобработки			Сечение, (мм)	$\sigma_{0,2}$, Н/мм ²	σ_B , Н/мм ²	δ_5 , %	КСУ, Дж/см ²					
	Операция	t, °С	Охлаждающая среда										
ГОСТ 19903-74	Прокат листовой горячекатаный				430-490	295-355	21	590-640					

Свариваемость стали 10Г2С1 определяется по формуле 1.1. Расчёт ведётся по среднему процентному содержанию элементов (таблица 1.3):

$$C_{\Sigma} = 0,12 + \frac{1,3}{20} + \frac{0,3}{15} + \frac{0,3}{10} = 0,235\% \leq 0,45, \%$$

Из этого следует, что сталь 10Г2С1 можно сваривать без предварительного подогрева.

2 Описание существующего технологического процесса изготовления переходного рештака и его критический анализ

2.1 Сборка и сварка переходного рештака

После того, как детали переходного рештака пройдут все заготовительные операции, они транспортируются к местам сборки-сварки.

Сборка конструкции производится методом наращивания. Каждый этап сборки и сварки конструкции рештака контролируется рабочими на точность геометрических размеров и правильность сборки.

Процесс сборки рештака складывается из следующих операций: сборка боковин (правой и левой), сборка днищ и общая сборка рештака.

Для боковины используется прокат боковины рештака 230 40ГР, лист ГОСТ 19903-74 из стали марки 16Г2АФ и 10Г2С1. На листе размечается профиль боковины, привариваются упоры по габаритам. Затем укладываются вставки (позиция 2, 4, 5) и прихватываются длинной шва не менее 40 мм. Верхняя полка боковины (позиция 3) прикладывается к вставке (позиция 4, 5) и прихватывается в местах перегиба. Для того чтобы согнуть полку (позиция 3) по профилю вставки, производится подогрев пламенем газового резака. Прихватки выполняются ручной дуговой сваркой, электродами УОНИ 13/55 диаметром 4 мм при сварочном токе 160 А. Сварные швы выполняются с помощью полуавтомата по ГОСТ 14771-76 проволокой Св08Г2С ГОСТ 2246-70 диаметром 1,6 мм при сварочном токе 250-280А.

На деталях позиции 6, 7, 8 наплавляются по 4 площадки 80x60 мм, расположение площадок определяется с помощью наложения шаблонов с отверстиями в местах наплавки. Наплавка выполняется ручной дуговой сваркой электродами Т-590 ГОСТ 9466-75 диаметром 5 мм. На днище (позиция 6) устанавливаются втулки (позиция 9) с соблюдением соосности отверстий с помощью вставки фальшвала, прихватываются с помощью РДС электродами УОНИ 13/55 диаметром 4 мм при сварочном токе 160 А и зачищаются от шлака.

Затем выполняется сварка с помощью полуавтомата ВДУ-506 УЗ в среде защитного газа CO₂.

После сборки узлов боковин и днища выполняется общая сборка рештака. На листе размечаются габариты рештака, привариваются упоры, устанавливаются боковины. Между боковинами устанавливаются днища (см. таблицу 1.1) (позиции 6, 7, 8), планка (позиция 15), накладки (позиции 16, 18, 19, 20) и прихватываются ручной дуговой сваркой электродами УОНИ 13/55 диаметром 4 мм при сварочном токе 160 А производятся прихватки длиной 30-40 мм через каждые 300-400 мм и зачищаются от шлака. Затем устанавливаются и прихватываются фланцы (позиция 17) и накладки (позиция 19). После этого накладываются сварные швы с помощью полуавтоматической сварки в среде защитного газа CO₂ проволокой Св 08Г2С диаметром 1,6 мм при сварочном токе 250-280А [6].

2.2 Контрольная операция собранной конструкции

Производится визуальный контроль качества сварных швов собранной конструкции на наличие дефектов: пережогов, усадочных раковин, шлаковых включений, непроваров, инструментальный контроль линейных размеров и геометрической формы узлов. Сварные швы, не отвечающие требованиям к их качеству, исправляются. Наплывы и недопустимое усиление швов обрабатываются шлифмашинками. При обнаружении трещин в шве или основном металле устанавливается их протяженность и глубина, затем производится подготовка участка под заварку.

Заварку дефектного участка необходимо осуществлять тем способом сварки, который предусмотрен для данного шва. Короткие участки длиной до 1 м с внутренними дефектами, а также участки любой протяженности с внешними дефектами в виде подрезов, шлаковых включений, несплавлений и др. исправляются ручной дуговой сваркой электродами $d=3-4$ мм или

полуавтоматической сваркой в защитном газе проволокой Св 08Г2С D=1,2 мм. Исправление дефектного участка допускается не более 2-х раз [11].

С помощью шлифовальной машины и металлической щетки производится зачистка конструкций от сварочных брызг. Сварные швы зачищаются от окалины и наплывов.

2.3 Критический анализ существующего технологического процесса

При исследовании существующего технологического процесса изготовления переходного рештака был обнаружен ряд недостатков при сборке и сварке, которые были учтены при проектировании нового технологического процесса.

Таблица 2.3 – Недостатки существующего технологического процесса и рекомендации по их устранению

Операции	Недостатки	Рекомендации по устранению недостатков
1	2	3
Сборочная	Используется одно приспособление для сборки всего рештака	Рекомендуется использовать специализированные приспособления для сборки каждого узла
Сборочная	Гибка верхней полки (позиция 3) производится при сборке боковины	Рекомендуется выполнять механическую гибку при заготовительных операциях
Сборочная	Детали (позиции 11,12, 19) собираются по разметке, что приводит к большим потерям времени и ухудшается точность сборки	Рекомендуется использование откидных прижимов в виде рам
Сборочная	Прихватки производятся ручной дуговой сваркой	Предлагается производить прихватки полуавтоматической сваркой в смеси защитных газов

Продолжение таблицы 2.3

Сварочная	Сварка поясных швов ведется наклонным электродом, что может привести к появлению таких дефектов, как подрезы, наплывы и несплавления.	Предлагается использование специального сварочного кольцевого кантователя для обеспечения проведения сварки «в лодочку»
Контроль	Изделие контролируется на наличие дефектов только визуальным осмотром	Рекомендуется использовать ультразвуковой метод дефектоскопии

Для организации серийного производства переходных рештаков необходимо механизировать сборочные и сварочные операции с помощью использования автоматического оборудования и специальных приспособлений.

3 Проектирование нового технологического процесса изготовления переходного рештака

В данной ВКР разработан новый технологический процесс изготовления переходного рештака. Схема данного технологического процесса представлена на листе №2 графической части ВКР. Производство переходного рештака осуществляется в сборочно-сварочном цехе (лист №3 графической части ВКР). Выбирается петлевая схема направления производственного потока [4].

В состав участка цеха входят следующие рабочие места:

- рабочее место сборки-сварки подузла №1;
- рабочее место сборки-сварки подузла №2;
- рабочее место сборки узла №1;
- рабочее место сварки узла №1;
- рабочее место сборки-сварки узла №2;
- рабочее место сборки подузла №3;
- рабочее место сварки подузла №3;
- рабочее место общей сборки-сварки рештака.

Технологическая связь между рабочими местами осуществляется с помощью мостового крана грузоподъемностью 5 тонн. Рабочие места с изготовлением деталей весом до 250 кг обслуживаются консольно-поворотными кранами.

Длина пролета цеха составляет 36 метров, ширина – 18 метров, высота – 9,6 метров.

Сборка конструкции в технологии производится методом последовательного наращивания. Предварительно заготовленные детали и технологическая оснастка поставляются на рабочие места сборки и сварки в готовом виде.

3.1 Рабочее место сборки-сварки подузла №1

Консольно-поворотным краном на сборочно-сварочный стол горизонтально укладывается накладка (позиция 16) и фиксируется с помощью «пальцев», закрепленных на сборочно-сварочном столе. Затем укладываются накладки (позиция 20). Для соблюдения соосности накладок используются центрирующие «пальцы». Детали (позиция 20) прижимаются эксцентриковыми прижимами к накладке (позиция 16).

Полуавтоматической сваркой в среде смеси защитных газов $Ar(75\%)+CO_2(25)$ производится прихватки сварочной проволокой диаметров 1,6 марки Св-08Г2С, длиной 30-40 мм [1].

Правильность сборки контролируется внешним осмотром, замером геометрии согласно чертежу. Затем освобождаются прижимы, и производится сварка.

Технические характеристики сварочного инверторного полуавтомата ФЕБ Магма 350 приведены в приложении А.

Компоновка рабочего места сборки-сварки подузла №1 представлена на рисунке 3.1.

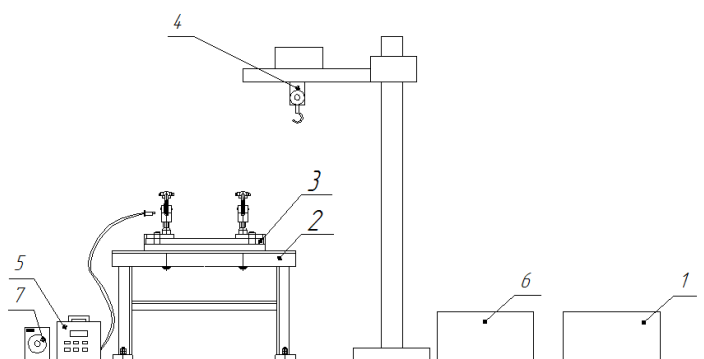


Рисунок 3.1 – Схема компоновки рабочего места сборки подузла №1:
1 – контейнер с собранными подузлами; 2 – сборочно-сварочный стол для сборки подузла №1; 3 – собираемый подузел; 4 - консольно-поворотный кран; 5 – инверторный полуавтомат ФЕБ Магма 350; 6 – контейнер для заготовок; 7 – блок подачи проволоки

В таблице 3.1 приведено техническое нормирование операций, выполняемых при сборке-сварке подузла №1.

Таблица 3.1 – Нормирование сборки-сварки подузла №1

Наименование перехода	Кол-во повт.	Опред-е факторы	Таблица или расчет. формула	Норма Времени, мин	Сумма, мин
1	2	3	4	5	6
Установить базовую деталь 19 на сборочный стол	1	G=57,4кг.	Таблица 4.1 [10]	2,5	2,5
Установить последующую деталь 27	2	G=6,64кг.	Таблица 4.2 [10]	0,7	1,4
Закрепление соединения	2	эксцентрик	Таблица 4.3 [10]	0,03	0,06
Перемещение рабочего	2	S=2м	Таблица 1.7 [10]	0,1	0,2
Прихватка с последующей зачисткой мест прихватки от шлака и брызг	6	K=3 L _{пр} =0,02м	Таблица 4.4 [10]	0,15	0,9
Раскрепление собранного соединения	2	эксцентрик	Таблица 4.3 [10]	0,03	0,06
Проверка геометрии после сборки	2	L=0,382м	по норм.	0,3	2,52
Основное время сварки	2	K=7мм L=0,382м V=20м/ч	$T_0 = \frac{L}{v}$	1,146	2,3
Зачистка и осмотр кромок	1	L=1м	Таблица 5.2 [10]	0,5 на 1м	0,5

Продолжение таблицы 3.1

Визуальный контроль св. швов и геометрии	2	L=0,382м	по норм.	0,3мин/м	0,23
Перемещение рабочего	2	S=2м	Таблица 1.7 [10]	0,1	0,2
Отправить деталь на общую сборку	1	G=70,68 кг	Таблица 1.2 [10]	2	2

$$T_{оп.} = 10,7 \text{ мин};$$

$$T_{шт.к.} = T_{оп.} \cdot k, \text{ мин}, \quad (3.1)$$

где k – поправочный коэффициент, k = 1,10-1,24 (в данной ВКР принимается k = 1,17) [6]. Тогда по формуле (3.1):

$$T_{шт.к.} = 10,7 \cdot 1,17 = 12,5 \text{ мин.}$$

3.1.1 Расчет приспособления для сборки-сварки подузла №1

При сборке подузла №1 требуется обеспечить правильное взаимное расположение, соосность отверстий и прижать друг к другу по всей длине заготовки (позиции 16, 20). Для этого в данном проекте применяется сборочно-сварочный стол с эксцентриковыми прижимами.

Сборочно-сварочный стол состоит из сварной рамы, упоров в виде платиков для установки накладки (позиция 16), двух вертикальных эксцентриковых прижимов. Эксцентриковые прижимы имеют ручной привод.

3.1.1.1 Расчет эксцентриковых прижимов

Прижимное усилие Q, развиваемое эксцентриковым прижимом определяется по формуле [12]:

$$Q = (10 \div 12) P \text{ Н}, \quad (3.2)$$

где P – усилие, прикладываемое к рычагу прижима, принимается

$P = 15$ Н, тогда

$$Q = 150 \div 180 \text{ Н};$$

Конструктивно принимается диаметр эксцентрика $D=60$ мм, длина рычага $L=100$ мм.

Эксцентриситет (e) определяется в зависимости от диаметра эксцентрика [6]:

$$e \leq 0,075D, \text{ мм};$$

$$e \leq 0,075 \cdot 60 = 4,5 \text{ мм}.$$

3.1.1.2 Расчет рамы приспособления

Расчет рамы приспособления производится по допускаемой нормально-распределенной нагрузкой q , состоящей из веса собираемого узла. Расчетная схема рамы представлена на рисунке 3.2.

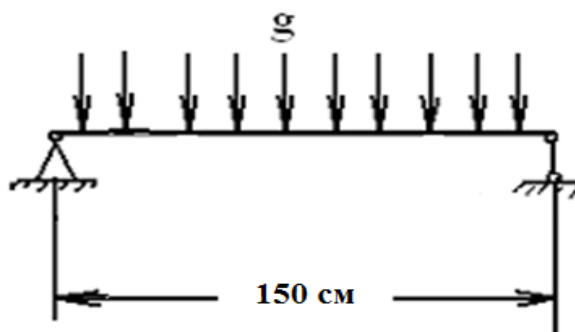


Рисунок 3.1.1.2 – Расчетная схема нагружения рамы

Равномерно распределенная нагрузка определится из выражения [5]:

$$q = \frac{G}{4L}, \quad (3.3)$$

где G – вес приспособления с собираемым узлом, $G \approx 120$ кг;

L – длина балки рамы, $L = 150$ см.

$$q = \frac{120}{600} = 0,2 \text{ кг/см}$$

Определим значение реакции опор А и Б.

$$R_A = R_B = \frac{q}{2}, \text{ кгс} \quad (3.4)$$

$$R_A = R_B = \frac{0,2 \cdot 150}{2} = 15 \text{ кгс}$$

Определим значение изгибающего момента, действующего на балку рамы:

$$M_{\text{изг}} = \frac{ql^2}{8}, \text{ кг/см} \quad (3.5)$$

$$M_{\text{изг}} = \frac{0,2 \cdot 150^2}{8} = 562 \text{ кг/см}$$

Определим необходимый момент сопротивления сечения:

$$W_x = \frac{M_{\text{изг}}}{[\sigma_n]}, \text{ см}^3 \quad (3.6)$$

где $[\sigma_n]$ – допускаемое нормальное напряжение, $[\sigma_n]=1600\text{кг/см}^2$ для стали.

$$W_x = \frac{562}{1600} = 0,35 \text{ см}^3$$

3.2 Рабочее место сборки-сварки подузла №2

С помощью консольно-поворотного крана на сборочно-сварочный стол устанавливается днище (позиция 6) и фиксируется с помощью «пальцев», закрепленных на сборочном столе. Затем устанавливаются втулки (позиция 9). Для соблюдения соосности накладок используются центрирующие «пальцы». Детали (позиция 9) прижимаются откидными пневматическими прижимами к днищу (позиция 6).

С помощью полуавтоматической сварки в среде смеси защитных газов Ar(75%)+CO(25%) производятся прихватки сварочной проволокой марки Св-08Г2С, длиной 30-40 мм по периметру втулки (позиция 9).

Правильность сборки контролируется внешним осмотром, замером геометрии согласно чертежу. Затем освобождаются прижимы, и производится сварка.

Технические характеристики инверторного сварочного полуавтомата ФЭБ Магма 350 приведены в приложении А.

Компоновка рабочего места сборки-сварки подузла №2 представлена на рисунке 3.3.

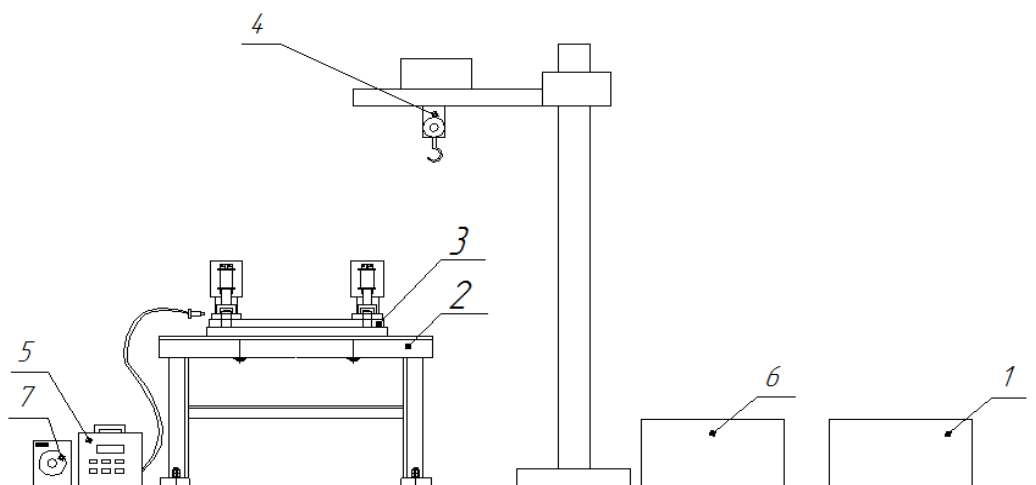


Рисунок 3.2 – Схема компоновки рабочего места сборки подузла №2:

1 – контейнер с собранными подузлами; 2 – сборочно-сварочный стол для сборки подузла №2; 3 – собираемый подузел; 4 - консольно-поворотный кран; 5 – инверторный полуавтомат ФЭБ Магма 350; 6 – контейнер для заготовок; 7 – блок подачи проволоки

Таблица 3.2 – Нормирование сборки-сварки подузла №2

Наименование перехода	Кол-во повт.	Опред-е факторы	Таблица или расчет. формула	Норма времени, мин	Сумма, мин
1	2	3	4	5	6
Установить базовую деталь 6 на сборочный стол	1	G=56,9кг.	Таблица 4.1 [10]	2,5	2,5

Продолжение таблицы 3.2

Установить последующую деталь 9	2	G=1,88кг.	Таблица 4.2 [10]	0,35	0,7
Закрепление соединения	2	пневмозажим	Таблица 4.3 [10]	0,13	0,26
Прихватка с последующей зачисткой мест прихватки от шлака и брызг	4	K=3 L _{пр} =20 мм	Таблица 4.4 [10]	0,15	0,6
Раскрепление собранного соединения	2	пневмозажим	Таблица 4.3 [10]	0,13	0,26
Проверка геометрии после сборки	2	L=0,314м	по норм. [10]	0,3	1,8
Основное время сварки	2	K=15мм L=0,314м V=20м/ч	$T_0 = \frac{L}{v}$ [10]	1	2
Визуальный контроль св. швов и геометрии	2	L=0,314м	по норм. [10]	0,3мин/м	1,8
Перемещение рабочего	4	S=1м	Таблица 1.7 [10]	0,1	0,4
Отправить деталь на сборку узла 1	1	G=58,78 кг	Таблица 1.2 [10]	2	2
Закрепление соединения	2	пневмозажим	Таблица 4.3 [10]	0,13	0,26

Продолжение таблицы 3.2

Прихватка с последующей зачисткой мест прихватки от шлака и брызг	4	$K=3$ $L_{пр}=20$ мм	Таблица 4.4 [10]	0,15	0,6
Раскрепление собранного соединения	2	пневмозажим	Таблица 4.3 [10]	0,13	0,26
Проверка геометрии после сборки	2	$L=0,314$ м	по норм. [10]	0,3	1,8
Основное время сварки	2	$K=15$ мм $L=0,314$ м $V=20$ м/ч	$T_0 = \frac{L}{v}$ [10]	1	2
Визуальный контроль св. швов и геометрии	2	$L=0,314$ м	по норм. [10]	0,3мин/м	1,8
Перемещение рабочего	4	$S=1$ м	Таблица 1.7 [10]	0,1	0,4
Отправить деталь на сборку узла 1	1	$G=58,78$ кг	Таблица 1.2 [10]	2	2

$$T_{оп.} = 8,52 \text{ мин.};$$

$$T_{шт.к.} = 8,52 \cdot 1,17 = 10 \text{ мин.} \quad (\text{по формуле 3.1})$$

3.3 Рабочее место сборки узла №1

Консольно-поворотным поворотным краном на сборочный стол по специальным опорным платикам и вертикальному неподвижному упору устанавливается базовая деталь-боковина (позиция 1) и закрепляется с помощью вертикальных пневмоприжимов. Затем так же с помощью консольно-поворотного крана устанавливается вставка (позиция 2), выставляется определенный зазор и деталь фиксируется с помощью пневмоприжима.

Аналогично устанавливаются и закрепляются вставки (позиции 5, 4) и верхняя полка (позиция 3). После установки всех деталей включаются горизонтальные боковые пневмоприжимы, обеспечивающие точность сборки в торцевой плоскости узла.

Полуавтоматической сваркой в среде смеси газов $Ar(75\%)+CO_2(25\%)$ производятся прихватки сварочной проволокой Св-08Г2С, длиной 45-50 мм через каждые 300-400 мм.

Правильность сборки контролируется внешним осмотром, замером геометрии согласно чертежу. Затем освобождаются прижимы, и производится сварка.

Технические характеристики инверторного сварочного полуавтомата ФЕБ Магма 350 приведены в приложении А.

Компоновка рабочего места сборки узла №1 представлена на рисунке 3.4.

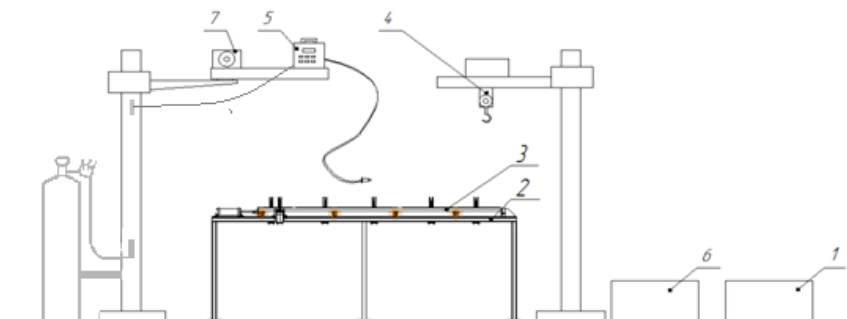


Рисунок 3.4 – Схема компоновки рабочего места сборки узла №1: 1 – контейнер с собранными подузлами; 2 – сборочно-сварочный стол для сборки узла №1; 3 – собираемый подузел; 4 – консольно-поворотный кран; 5 – инверторный полуавтомат ФЕБ Магма 350; 6 – контейнер для заготовок; 7 – блок подачи проволоки

Таблица 3.3 – Нормирование сборки узла №1

Наименование перехода	Кол-во повт.	Опред-е факторы	Таблица или расчет. формула	Норма времени, мин	Сумма, мин
1	2	3	4	5	6
Установить базовую деталь 1 на сборочный стол	1	G=94 кг.	Таблица 4.1 [10]	2,5	2,5
Установить последующую деталь 2	1	G=18,7 кг.	Таблица 4.2 [10]	1,3	1,3
Закрепление соединения	1	пневмозажим	Таблица 4.3 [10]	0,13	0,13
Установить последующую деталь 5	1	G=30,3 кг	Таблица 4.2 [10]	4,4	4,4
Закрепление соединения	1	пневмозажим	Таблица 4.3 [10]	0,13	0,13
Установить последующую деталь 4	1	G=10,4 кг	Таблица 4.2 [10]	0,9	0,9
Закрепление соединения	1	пневмозажим	Таблица 4.3 [10]	0,13	0,13
Установить последующую деталь 3	1	G=66,44 кг	Таблица 4.2 [10]	5,3	5,3
Установить последующую деталь 24	1	G=5,4 кг	Таблица 4.2 [10]	0,7	0,7
Закрепление соединения	5	пневмозажим	Таблица 4.3 [10]	0,13	0,65

Продолжение таблицы 3.3

Прихватка с последующей зачисткой мест прихватки от шлака и брызг	32	$L_{пр}=20$ мм $K=5$	Таблица 4.4 [10]	0,31	9,92
Раскрепление собранного соединения	9	пневмозажим	Таблица 4.3 [10]	0,13	1,17
Проверка геометрии после сборки	2	$L=3,405$ м	по норм. [10]	0,3	2,04
Перемещение рабочего	6	$S=3$ м	Таблица 1.7 [10]	0,14	0,84
Снять узел и отправить на сварку	1	$G=225,24$ кг	Таблица 1.2 [10]	2,2	2,2

$$T_{оп.} = 32,31 \text{ мин};$$

$$T_{шт.к.2} = 32,31 \cdot 1,17 \cdot 2 = 75,6 \text{ мин.} \quad (\text{по формуле 3.1})$$

3.3.1 Расчет приспособления для сборки узла №1

При сборке узла №1 требуется обеспечить правильное взаимное расположение и определенный зазор между деталями по всей длине составляющих боковину элементов. Для этого в данном проекте применяется сборочный стол с опорными платиками, повторяющими форму сечения Σ -образного профиля боковины рештака, вертикальными и горизонтальными пневмоприжимами.

Сборочный стол для сборки узла №1 состоит из сварной рамы; вертикальных неподвижных упоров по контуру верхней полки (позиция 3); упора вертикального, до которого прижимаются верхняя полка, боковина и вставки рештака боковым пневмоприжимом; вертикальных пневмоприжимов, фиксирующих все детали боковины рештака.

3.3.1.1 Расчет пневматических прижимов

В сборочно-сварочном производстве нашли широкое применение различные зажимные устройства, действующие от пневматического привода. Такой привод прост по конструкции и в управлении, является быстродействующим, надежен и имеет сравнительно малую стоимость [12].

Расчет диаметра пневмоцилиндра [5]:

$$D_{\text{ци}} = \sqrt{\frac{4 \cdot P_{\text{пр}}}{3,14 \cdot \eta \cdot \rho}}, \text{ см} \quad (3.7)$$

где $P_{\text{пр}}$ – усилие прижатия, $P_{\text{пр}}=225,24$ кгс;

ρ – давление сжатого воздуха, принимается $\rho=4$ кгс/см²;

η – КПД, учитывающий потери в пневмоцилиндре, принимается $\eta=0,85$.

Тогда:

$$D_{\text{ци}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 225,24/6}{3,14 \cdot 0,85 \cdot 4}} = 3,75 \text{ см}$$

По ГОСТ 15608–81 ближайшее значение диаметра пневмоцилиндра $D_{\text{ци}}=40$ мм, ход штока $L=110$ мм. Принимается пневмоцилиндр 1511-040xS-УХЛ4. Технические характеристики пневмоцилиндров приведены в приложении А.

Усилие прижатия к вертикальному упору определяется по формуле:

$$P_{\text{пр}} = F_{\text{тр}}; \quad (3.8)$$

$$F_{\text{тр}} = N \cdot \mu \quad (3.9)$$

где N – вес прижимаемого изделия;

μ – коэффициент трения стали по стали, принимается $\mu = 0,2$. Тогда по формуле (3.9):

$$F_{\text{тр}} = 225,24 \cdot 0,2 \cdot 1,8 = 81,1, \text{ кгс.}$$

Расчет диаметра пневмоцилиндра:

$$D_{\text{ци}} = \sqrt{\frac{4 \cdot P_{\text{пр}}}{3,14 \cdot \eta \cdot \rho}}, \text{ см} \quad (3.10)$$

где РПР – усилие прижатия, РПР=81,1 кгс;

ρ – давление сжатого воздуха, принимается $\rho=4$ кгс/см²;

η – КПД, учитывающий потери в пневмоцилиндре, принимается $\eta=0,85$.

Тогда:

$$D_{\text{пнц}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 81,1}{3,14 \cdot 0,85 \cdot 4}} = 5,51 \text{ см}$$

По ГОСТ 15608–81 ближайшее значение диаметра пневмоцилиндра $D_{\text{пнц}}=63$ мм, ход штока $L=120$ мм. Принимается пневмоцилиндр 1112-063xS-УХЛ4. Технические характеристики пневмоцилиндров приведены в приложении А.

3.3.1.2 Расчет рамы приспособления

Расчет рамы приспособления производится по допускаемой нормально-распределенной нагрузкой q , состоящей из веса собираемого узла. Расчетная схема рамы представлена на рисунке 3.3.1.2.

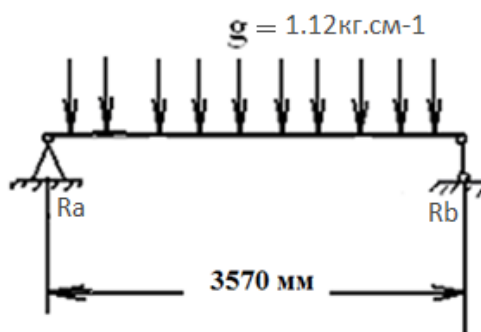


Рисунок 3.3.1.2 – Расчетная схема нагружения рамы

Равномерно распределенная нагрузка определится из выражения [5]:

$$q = \frac{G}{L}, \quad (3.11)$$

где G – вес приспособления с собираемым узлом, $G \approx 400$ кг;

L – длина балки рамы, $L = 357$ см.

$$q = \frac{400}{357} = 1,12 \text{ кг/см}$$

Определяются значение реакции опор А и Б.

$$R_A = R_B = \frac{ql}{2}, \text{ кгс} \quad (3.12)$$

$$R_A = R_B = \frac{1,12 \cdot 357}{2} = 199,92 \text{ кгс}$$

Определяется значение изгибающего момента, действующего на балку рамы [5]:

$$M_{\text{изг}} = \frac{ql^2}{8}, \text{ кг/см} \quad (3.13)$$

$$M_{\text{изг}} = \frac{1,12 \cdot 357^2}{8} = 17842,86 \text{ кг/см}$$

Определяется необходимый момент сопротивления сечения:

$$W_x = \frac{M_{\text{изг}}}{[\sigma_H]}, \text{ см}^3 \quad (3.14)$$

где $[\sigma_H]$ – допускаемое нормальное напряжение, $[\sigma_H] = 1600 \text{ кг/см}^2$ для стали.

$$W_x = \frac{17842,86}{1600} = 11,15 \text{ см}^3$$

В качестве профиля изготавливаемой рамы выбирается по ГОСТ 8240-97 швеллер №6,5 П с $W_x = 15 \text{ см}^3$ [9].

3.4 Рабочее место сварки узла №1

После сборки, узел №1 с помощью консольно-поворотного крана устанавливается на сварочный стол. Собранный узел укладывается на опорные пластики для обеспечения неподвижности при сварке. Сварка выполняется полуавтоматом в среде смеси защитных газов $\text{Ar}(75\%)+\text{CO}_2(25)$ сварочной проволокой Св-08Г2С. Так как на боковине рештака проектируются двусторонние швы, после выполнения всех швов с одной стороны узел кантуется

на 180 градусов с помощью консольно-поворотного крана. Сварные швы зачищаются ручной электрической угловой шлифовальной машиной АGRВ-2301 и проходят визуальный контроль с проверкой геометрии швов. При необходимости дефекты устраняются.

Технические характеристики инверторного сварочного полуавтомата ФЕБ Магма 350, блока подачи проволоки ФЕБ 09 ФОРТ, шлифовальной машины АGRВ-2301 приведены в приложении А.

Компоновка рабочего места сварки узла №1 представлена на рисунке 3.4.

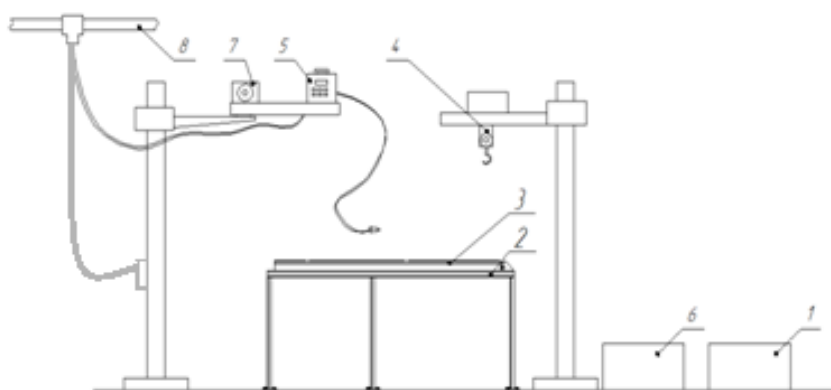


Рисунок 3.4 – Схема компоновки рабочего места сварки узла №1:

1 – контейнер с готовыми узлами; 2 – сварочный стол для сварки узла №1; 3 – свариваемый узел; 4 – консольно-поворотный кран; 5 – инверторный полуавтомат ФЕБ Магма 350; 6 – контейнер для заготовок; 7 – блок подачи проволоки ФЕБ 09 ФОРТ; 8 – заводская магистраль CO₂ и Ar

Таблица 3.4 – Нормирование сварки узла №1

Наименование перехода	Кол-во повт.	Опред-е факторы	Таблица или расчет. формула	Норма времени, мин	Сумма, мин
1	2	3	4	5	6
Установить узел на сварочный стол	1	G=225,24 кг	Таблица 1.2 [10]	2,3	2,3

Продолжение таблицы 3.4

Установить узел на сварочный стол	1	G=225,24 кг	Таблица 1.2 [10]	2,3	2,3
Основное время сварки	1	L=7,020 м V=20м/ч	$T_o = \frac{L}{v}$ [10]	21,1	21,1
Кантовка на 180°	1	G=225,24 кг	Таблица 1.4 [10]	2,8	2,8
Основное время сварки	1	L=7,02 м V=20м/ч	$T_o = \frac{L}{v}$ [10]	21,1	21,1
Зачистка от брызг зоны шва и снятие усиления	2	L=7,65м	Таблица 5.1 [10]	2,1	32,13
Визуальный контроль св. швов и геометрии	2	L=7,02 м	по норм. [10]	0,3мин/м	4,2
Перемещение рабочего	4	S=3м	Таблица 1.7 [10]	0,14	0,56
Отправить узел на общую сборку	1	G=225,4 кг	Таблица 1.2 [10]	2,2	2,2

$$T_{оп} = 86,4 \text{ мин};$$

$$T_{шт.к.2} = 86,4 \cdot 1,17 \cdot 2 = 202,2 \text{ мин.} \quad (\text{по формуле 3.1})$$

3.5 Рабочее место сборки-сварки узла №2

С помощью консольно-поворотного крана устанавливается базовая деталь – днище (позиция 14) на опорные платики до вертикального упора и фиксируется откидными пневмоприжимами. Затем к данному упору устанавливается планка (позиция 15) и прижимается к упору откидными пневмоприжимами.

Вертикальный упор служит для установки деталей в определенном положении, а также для обеспечения перпендикулярности планки (позиция 15) и днища (позиция 14). Полуавтоматической сваркой в среде смеси газов $Ar(75\%)+CO_2(25\%)$ производятся прихватки сварочной проволокой Св-08Г2С, длиной 30-40 мм через каждые 200-300 мм.

После этого в отверстия планки (позиция 15) устанавливаются пальцы (позиция 13) и фиксируются с помощью откидного прижима. Полуавтоматической сваркой в среде смеси газов $Ar(75\%)+CO_2(25\%)$ производятся прихватки сварочной проволокой Св-08Г2С по периметру пальцев.

Правильность сборки контролируется внешним осмотром, замером геометрии согласно чертежу. Затем освобождаются прижимы, и производится сварка. После сварки швы зачищаются ручной электрической угловой шлифовальной машиной АGRВ-2301 и проходят визуальный контроль с проверкой геометрии швов.

Технические характеристики инверторного сварочного полуавтомата ФЕБ Магма 350, блока подачи проволоки ФЕБ 09 ФОРТ, шлифовальной машины АGRВ-2301 приведены в приложении А.

Компоновка рабочего места сборки-сварки узла №2 представлена на рисунке 3.5.

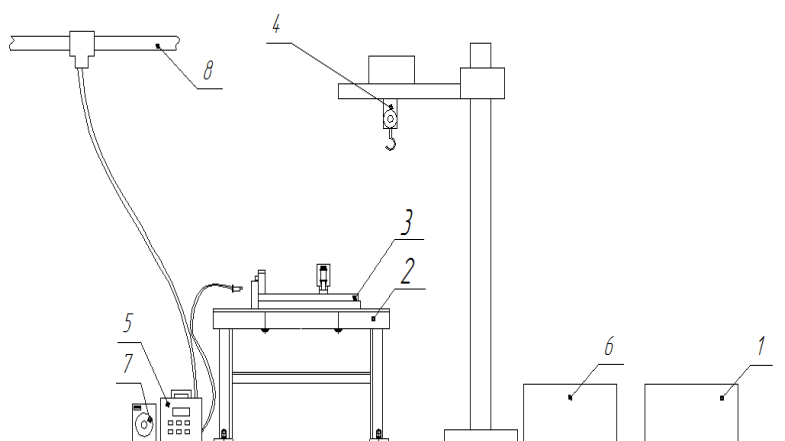


Рисунок 3.5 – Схема компоновки рабочего места сварки узла №2:

1 – контейнер с готовыми узлами; 2 – сварочный стол для сварки узла №2; 3 – свариваемый узел; 4 – консольно-поворотный кран; 5 – инверторный

полуавтомат ФЕБ Магма 350; 6 – контейнер для заготовок; 7 – блок подачи проволоки ФЕБ 09 ФОРТ; 8 – заводская магистраль CO₂ и Ar

Таблица 3.5 – Нормирование сборки - сварки узла №2

Наименование перехода	Кол-во повт.	Опред-е факторы	Таблица или расчет. формула	Норма времени, мин	Сумма, мин
1	2	3	4	5	6
Установить базовую деталь 14 на сборочный стол	1	G=146,6 кг.	Таблица 4.2 [10]	5	5
Установить последующую деталь 15	1	G=22,4 кг.	Таблица 4.1 [10]	0,5	0,5
Закрепление соединения	2	откидная струбцина	Таблица 4.3 [10]	0,42	0,84
Установить последующую деталь 13	2	G=0,3 кг	Таблица 4.2 [10]	0,35	0,7
Закрепление соединения	1	пневмозажим	Таблица 4.3 [10]	0,13	0,13
Перемещение рабочего	2	S=1,5м	Таблица 1.7 [10]	0,1	0,2
Прихватка с последующей зачисткой мест прихватки от шлака и брызг	7	L _{пр} =20 мм K=3 мм	Таблица 4.4 [10]	0,13	0,91
Раскрепление собранного соединения	2 1	откидная струбцина пневмозажим	Таблица 4.3 [10]	0,42 0,13	0,84 0,13
Основное время сварки	1	L=0,73м V=20м/ч	$T_o = \frac{L}{v}$ [10]	2,19	2,19
Зачистка от брызг зоны шва	2	L=0,73м	Таблица 5.1 [10]	1	2

Продолжение таблицы 3.5

Визуальный контроль св. швов и геометрии	1	L=0,73м	по норм. [10]	0,3мин/м	0,3
Отправить узел на общую сборку	1	G=169,6 кг	Таблица 1.2 [10]	2,1	2,1

$$T_{\text{оп}} = 15,84 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{шт.к.}} = 15,84 \cdot 1,17 = 18,5 \text{ мин.} \quad (\text{по формуле 3.1})$$

3.6 Рабочее место сборки подузла №3

С помощью мостового крана (грузоподъемностью 5 т) на сборочный стол к вертикальному упору устанавливается узел №1. Затем на специальные опоры устанавливается узел №2 и днище (позиция 8), после чего с противоположной стороны устанавливается второй узел №1. С помощью боковых пневмоприжимов соединение прижимается к упорам. Полуавтоматической сваркой в среде смеси газов Ar(75%)+CO₂(25%) производятся прихватки сварочной проволокой Св-08Г2С, длиной 30-40 мм через каждые 200-300 мм. После выполнения прихваток, соединение раскрепляется, и укладываются детали: днище (позиция 7) и подузел 2 на специальные выступы профиля боковины рештака. Соединение закрепляется с помощью пневмоприжимов и выполняются прихватки.

Компоновка рабочего места сборки подузла №3 представлена на рисунке 3.6.

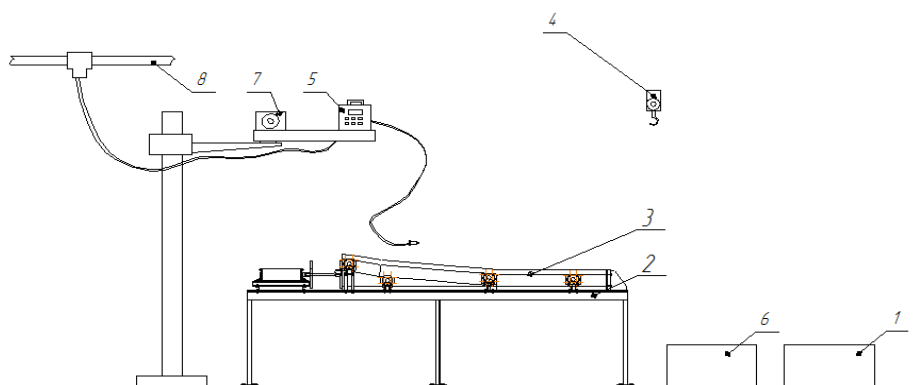


Рисунок 3.6 – Схема компоновки рабочего места сварки подузла №3:

1 – контейнер с готовыми узлами; 2 – сварочный стол для сварки подузла №3; 3 – свариваемый узел; 4 – мостовой кран; 5 – инверторный полуавтомат ФЭБ Магма 350; 6 – контейнер для заготовок; 7 – блок подачи проволоки ФЭБ 09 ФОРТ; 8 – заводская магистраль CO₂ и Ar

Таблица 3.6 – Нормирование сборки подузла №3

Наименование перехода	Кол-во повт.	Опред-е факторы	Таблица или расчет. формула	Норма времени, мин	Сумма, мин
1	2	3	4	5	6
Установить базовую деталь (узел 1) на сборочный стол	2	G=225,4 кг.	Таблица 4.1 [10]	3,5	7
Установить последующую деталь (узел 2)	1	G=169,6 кг	Таблица 4.2 [10]	6,2	6,2
Установить последующую деталь 8	1	G=168 кг	Таблица 4.2 [10]	6,2	6,2
Закрепление соединения	5	пневмозажим	Таблица 4.3 [10]	0,13	0,65

Продолжение таблицы 3.6

Прихватка с последующей зачисткой мест прихватки от шлака и брызг	4	$L_{пр}=40$ мм $K=5$ мм	Таблица 4.4 [10]	0,37	1,5
Раскрепление собранного соединения	5	пневмозажим	Таблица 4.3 [10]	0,13	0,65
Установить последующую деталь 7	1	$G=173,5$ кг	Таблица 4.2 [10]	6,2	6,2
Установить последующую деталь 6	1	$G=56,9$ кг	Таблица 4.2 [10]	4	4
Закрепление соединения	5	пневмозажим	Таблица 4.3 [10]	0,13	0,65
Прихватка с последующей зачисткой мест прихватки от шлака и брызг	8	$L_{пр}=40$ мм $K=5$ мм	Таблица 4.4 [10]	0,37	2,96
Раскрепление собранного соединения	5	пневмозажим	Таблица 4.3 [10]	0,13	0,65
Визуальный контроль и проверка геометрии	2	$L=2,750$ м	по норм. [10]	0,3мин/м	1,65
Перемещение рабочего	6	$S=4$ м	Таблица 1.7 [10]	0,14	0,84
Перемещение рабочего	6	$S=4$ м	Таблица 1.7 [10]	0,14	0,84

Продолжение таблицы 3.6

Снять узел и отправить на сварку	1	G=1025,5 кг	Таблица 1.2 [10]	2,7	2,7
----------------------------------	---	-------------	------------------	-----	-----

$$T_{оп.} = 41,85 \text{ мин};$$

$$T_{шт.к.} = 41,85 \cdot 1,17 = 48,96 \text{ мин} \quad (\text{по формуле 3.1})$$

3.6.1 Расчет приспособления для сборки подузла №3

При сборке подузла №3 требуется обеспечить правильное взаимное расположение и прижатие деталей между собой по всей длине конструкции подузла №3. Для этого в данном проекте применяется сборочный стол со специальными опорами, позволяющими установить детали на определенной высоте; вертикальными упорами и боковыми горизонтальными пневмоприжимами.

Сборочный стол для сборки подузла №3 состоит из сварной рамы; вертикальных неподвижных упоров, до которых прижимаются боковины и днище рештака боковыми пневмоприжимами.

3.6.1.1 Расчет пневматических прижимов

Расчет бокового пневмоприжима.

Усилие прижатия к вертикальному упору определяется по формуле [5]:

$$P_{пр} = F_{тр}; \quad (3.15)$$

$$F_{тр} = N \cdot \mu, \quad (3.16)$$

где N – вес прижимаемого изделия;

μ – коэффициент трения стали по стали, принимается. Тогда по формуле (3.16):

$$F_{тр} = 1025,5 \cdot 0,2 \cdot 1,8 = 369,18 \text{ кгс.}$$

Расчет диаметра пневмоцилиндра выполняется по формуле [5]:

$$D_{\text{пц}} = \sqrt{\frac{4 \cdot P_{\text{пр}}}{3,14 \cdot \eta \cdot \rho}}, \text{ см} \quad (3.17)$$

где $P_{\text{пр}}$ – усилие прижатия, $P_{\text{пр}} = 369,18$ кгс;

ρ – давление сжатого воздуха, принимается $\rho = 4$ кгс/см²;

η – КПД, учитывающий потери в пневмоцилиндре, принимается $\eta = 0,85$.

Тогда:

$$D_{\text{пц}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 369,18}{3,14 \cdot 0,85 \cdot 4}} = 11,76 \text{ см.}$$

По ГОСТ 15608–81 ближайшее значение диаметра пневмоцилиндра $D_{\text{пц}} = 125$ мм, ход штока $L = 300$ мм [8]. Принимается пневмоцилиндр 1112-125xS-УХЛ4. Технические характеристики пневмоцилиндров приведены в приложении А.

3.6.1.2 Расчет рамы приспособления

Расчет рамы приспособления производится по допускаемой нормально-распределенной нагрузкой q , состоящей из веса собираемого узла. Расчетная схема рамы представлена на рисунке 3.9.

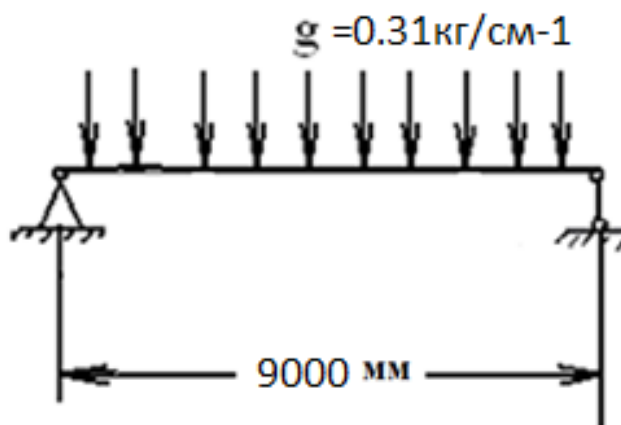


Рисунок 3.6.1.2 – Расчетная схема нагружения рамы

Равномерно распределенная нагрузка определится из выражения [4]:

$$q = \frac{G}{4L}, \text{ кг/с}^{-1} \quad (3.18)$$

где G – вес приспособления с собираемым узлом, $G \approx 1125$ кг;

L – длина балки рамы, $L = 900$ см.

$$q = \frac{1125}{3600} = 0,31 \text{ кг/см}^{-1}.$$

Определяется значение реакции опор А и Б.

$$R_A = R_B = \frac{ql}{2}, \text{ кгс}; \quad (3.19)$$

$$R_A = R_B = \frac{0,31 \cdot 900}{2} = 140 \text{ кгс}.$$

Определяется значение изгибающего момента, действующего на балку рамы [4]:

$$M_{\text{изг}} = \frac{ql^2}{8}, \text{ кг/см}; \quad (3.20)$$

$$M_{\text{изг}} = \frac{0,31 \cdot 900^2}{8} = 31387, \text{ кг/см}.$$

Определяется необходимый момент сопротивления сечения:

$$W_x = \frac{M_{\text{изг}}}{[\sigma_n]}, \text{ см}^3 \quad (3.21)$$

где $[\sigma_n]$ – допускаемое нормальное напряжение, $[\sigma_n] = 1600$ кг/см² для стали.

$$W_x = \frac{31387}{1600} = 19,6 \text{ см}^3.$$

$$V_{\text{св}} = \frac{15,47 \cdot 380}{100 \cdot 0,7 \cdot 7,8} = 10,8$$

3.7 Рабочее место сварки подузла №3

Мостовым краном подузел №3 устанавливается на кольцевой кантователь по специальным упорам и закрепляется с помощью пневмоприжимов. Длинные

швы, соединяющие боковину рештака и днище выполняются с помощью подвесного сварочного автомата А-1406 в среде смеси защитных газов $Ar(75\%)+CO_2(25\%)$ проволокой Св-08Г2С. С помощью кольцевого кантователя сварка выполняется в положении «в лодочку», что обеспечивает равномерное наложение шва и предохраняет от появления дефектов (неравномерность величины катета, подрезы и наплывы).

Технические характеристики сварочного автомата А-1406 и сварочного выпрямителя ВДУ-506У3 приведены в приложении А.

Компоновка рабочего места сварки подузла №3 представлена на рисунке 3.7.

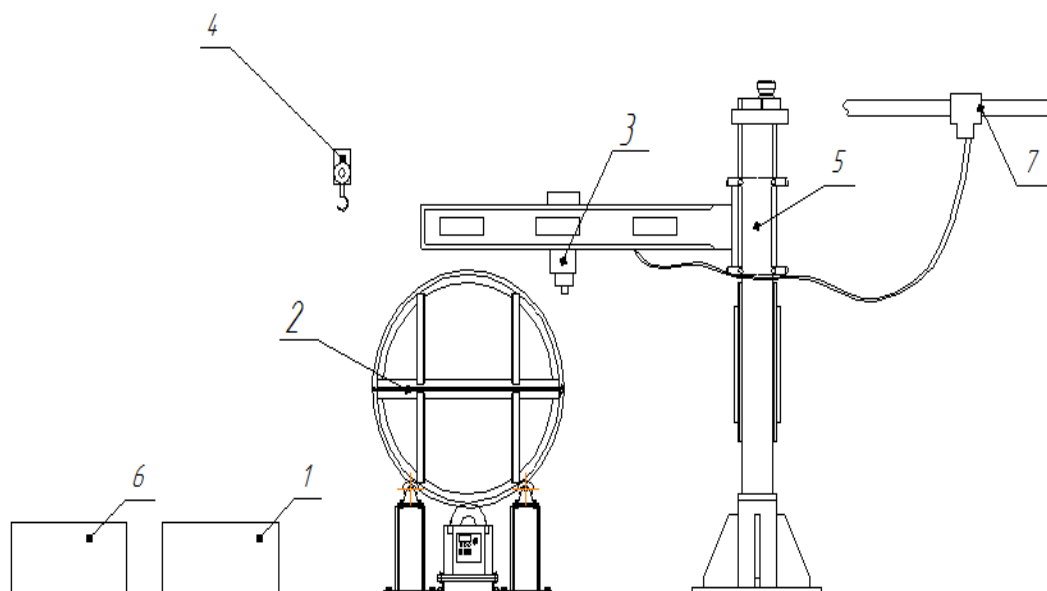


Рисунок 3.7 – Схема компоновки рабочего места сварки подузла №3:

1 – контейнер для заготовок; 2 – кольцевой кантователь; 3 – сварочный автомат А-1406; 4 – мостовой кран; 5 – поворотная колонна; 6 – контейнер с готовыми узлами; 7 – заводская магистраль CO_2 и Ar

Таблица 3.7 – Нормирование сварки подузла №3

Наименование перехода	Кол-во повт.	Опред-е факторы	Таблица или расчет. формула	Норма времени, мин	Сумма, мин
1	2	3	4	5	6
Установить подузел 3 на кольцевой кантователь	1	G=1025,5 кг	Таблица 4.1 [10]	7	7
Закрепление	4	пневмозажим	Таблица 4.3 [10]	0,13	0,52
Перемещение рабочего	2	S=3,5 м	Таблица 1.7 [10]	0,14	0,28
Зачистка и осмотр кромок	2	L=2,84 м	Таблица 5.2 [10]	0,5 на 1м	2,84
Вкл. и выкл. установки	8	Кнопка	Таблица 1.8 [10]	0,01	0,08
Кантовка	1	Кантователь	$\omega=5\text{об/мин}$ $\angle=180^0$ [10]	0,1	0,1
Установка автомата в начале шва в удобном положении	4		Таблица 5.3 [10]	1,6	6,4
Основное время сварки	2	L=6 м V=30 м/ч	$T_0=\frac{L}{v}$ [10]	13,6	27,2
Возврат автомата в исходное положение	4	L _{шв} =2,75м V=13м\мин	$T_0=\frac{L}{v}$ [10]	0,21	0,84

Продолжение таблицы 3.7

Вкл. и выкл. автомата	4	Кнопка	Таблица 5.2 [10]	0,5	2
Зачистка от брызг зоны шва	2	L=6,798 м	Таблица 5.1 [10]	1,5	20,4
Перемещение рабочего	4	S=3,5 м	Таблица 1.7 [10]	0,14	0,56
Визуальный контроль св.швов и геометрии	2	L=6,798 м	по норм. [10]	0,3мин/м	4,08
Отправить подузел на общую сборку	1	G=1025,5 кг	Таблица 1.2 [10]	2,7	2,7

$$T_{\text{оп.}} = 75 \text{ мин.};$$

$$T_{\text{шт.к.}} = 75 \cdot 1,17 = 87,75 \text{ мин.} \quad (\text{по формуле 3.1})$$

3.7.1 Расчет приспособления для сварки подузла №3

При сварке подузла №3 требуется выполнять швы с двух сторон, поэтому используется кольцевой кантователь для поворота конструкции в удобное для сварки положение. При сварке в «лодочку» обеспечивается равномерное наложение шва и предотвращается появление дефектов, таких как: неравномерность величины катета, подрезы и наплывы.

Сварочный кольцевой кантователь для сварки подузла №3 состоит из сварной рамы; прижимных рычагов, приводимых в действие с помощью пневмоцилиндра; разъемных колец, для облегчения установки и снятия конструкции с кантователя; одного приводного и двух ведомых роликов.

3.7.1.1 Расчет пневматических прижимов

Расчет диаметра пневмоцилиндра [5]:

$$D_{\text{шц}} = \sqrt{\frac{4 \cdot P_{\text{пр}}}{3,14 \cdot \eta \cdot \rho}}, \text{ см} \quad (3.22)$$

где $P_{\text{пр}}$ – усилие прижатия, $P_{\text{пр}}=1025,5$ (кгс);

ρ – давление сжатого воздуха, принимается $\rho=4$ (кгс/см²);

η – КПД, учитывающий потери в пневмоцилиндре, принимается $\eta=0,85$ [12].

Тогда:

$$D_{\text{шц}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1025,5/8}{3,14 \cdot 0,85 \cdot 4}} = 6,9 \text{ см.}$$

По ГОСТ 15608–81 ближайшее значение диаметра пневмоцилиндра $D_{\text{шц}}=100$ мм, ход штока $L=65$ мм. Принимается пневмоцилиндр 1212-100xS-УХЛ4 [7]. Технические характеристики пневмоцилиндров приведены в приложении А.

3.7.1.2 Расчет привода вращения кантователя

Наибольшее распространение благодаря своей простоте и надежности нашли механизмы поворота кантователей с электромеханическим приводом. Выбор минимального по мощности привода и повышение его эксплуатационной надежности существенно зависит от конструкции кантователя с закрепленным на его раме изделием. Для уменьшения влияния на механизм привода инерционных масс конструкция кантователя должна обеспечивать минимальное смещение центра тяжести всей поворотной системы. Устранение влияния инерционных сил достигается совмещением центра тяжести вращающихся масс с осью вращения, рациональным размещением на поворотной платформе свариваемого изделия [8]. В данном дипломном проекте используется кольцевой

кантователь с приводными роликами с жесткой кинематической связью. Расчетная схема кантователя представлена на рисунке 3.7.1.2

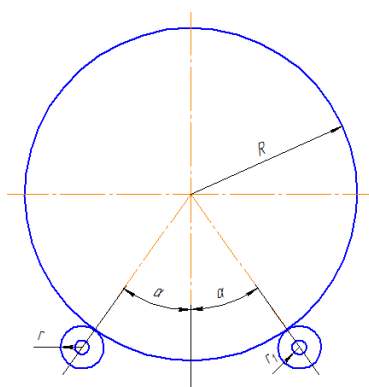


Рисунок 3.7.1.2 – Расчетная схема кольцевого кантователя

Так как смещение оси вращения изделия и кантователя равно нулю, то равен нулю и момент, необходимый для преодоления статической неуравновешенности вращающейся платформы с изделием.

Суммарный момент от трения качения роликов по бандажам колец относительно оси колец определяется по формуле [9]:

$$M_2 = \frac{G}{\cos \alpha} \cdot f_1 n \left(\frac{R}{r} + 1 \right), \text{ кгс} \cdot \text{см} \quad (3.27)$$

где G – вес изделия, $G=1025,5$, кгс;

α – угол наклона роликов, $\alpha = 35$, град;

f_1 – коэффициент трения качения, $f_1=0,005$ (сталь по стали);

R – радиус кольца, $R=130$, см; r – радиус ролика, $r = 10$, см.

$$M_2 = \frac{1025,5}{\cos 35} \cdot 0,005 \left(\frac{130}{10} + 1 \right) = 89,7 \text{ кгс} \cdot \text{см}.$$

Момент трения скольжения на цапфах роликов относительно оси колец определяется по формуле [9]:

$$M_3 = \frac{G}{\cos \alpha} \cdot f \cdot \frac{r_2}{r} R, \text{ кгс} \cdot \text{см} \quad (3.28)$$

где r_2 – радиус цапфы роликов, $r_2=3$ см; f – коэффициент трения скольжения, $f = 0,1$ (сталь по стали со смазкой).

$$M_3 = \frac{1025,5}{\cos 35} \cdot 0,1 \cdot \frac{3}{10} \cdot 130 = 4999 \text{ кгс} \cdot \text{см}$$

Приведенный момент манипулятора определяется по формуле [9]:

$$M_{\text{пр}} = k \cdot (M_2 + M_3), \text{ кгс} \cdot \text{см}, \quad (3.29)$$

где k – коэффициент, учитывающий инерционные силы, $k = 1,2 \div 1,3$.

$$M_{\text{пр}} = 1,3 \cdot (89,7 + 4999) = 6615 \text{ кгс} \cdot \text{см}$$

Требуемая мощность двигателя определяется по формуле [8]:

$$N_{\text{дв}} = \frac{(G \cdot e + M_{\text{пр}}) \cdot n}{974 \cdot \eta}, \text{ кВт} \quad (3.30)$$

где e – допускаемый эксцентриситет установки конструкции на кантователе, принимается равный 5 мм;

n – число оборотов кантователя, принимается $n = 4$ об/мин;

η – общий КПД привода, принимается $\eta = 0,8$.

$$N_{\text{дв}} = \frac{(1025,5 \cdot 5 + 6615) \cdot 4}{974 \cdot 0,8} = 60 \text{ кВт}.$$

Из стандартных двигателей выбирается асинхронный двигатель АИР 250S2 мощностью 75кВт с частотой вращения 2975 об/мин.

3.8 Рабочее место общей сборки-сварки

С помощью мостового крана на сборочно-сварочный стол устанавливаются подузел №1 и подузел №3 по специальным упорам. Затем устанавливаются фланцы (позиция 17) и фиксируются с помощью пневмоприжимов. Полуавтоматической сваркой в среде смеси газов Ar(75%)+CO₂(15%) производятся прихватки сварочной проволокой Св-08Г2С, длиной 30-40 мм. После выполнения прихваток соединение раскрепляется и производится сварка. После этого устанавливаются две накладки (позиция 19) и

4 планки (позиция 12). Для установки деталей в определенное положение используются откидные пневмоприжимы с рамами, в которые устанавливаются детали (позиции 12 и 19). После установки и прижатия деталей производятся прихватки, правильность сборки контролируется внешним осмотром, замером геометрии согласно чертежу. Затем откидываются пневмоприжимы и выполняется сварка в среде смеси газов $Ar(75\%)+CO_2(15\%)$ проволокой Св-08Г2С с помощью инверторного сварочного полуавтомата ФЕБ Магма 350 с блоком подачи проволоки ФЕБ 09 ФОРТ.

Сварные швы зачищаются ручной электрической угловой шлифовальной машиной AGRB-2301 и проходят визуальный контроль с проверкой геометрии швов.

Технические характеристики инверторного сварочного полуавтомата ФЕБ Магма 350, блока подачи проволоки ФЕБ 09 ФОРТ, шлифовальной машины AGRB-2301 приведены в приложении А.

Компоновка рабочего места общей сборки-сварки представлена на рисунке 3.13.

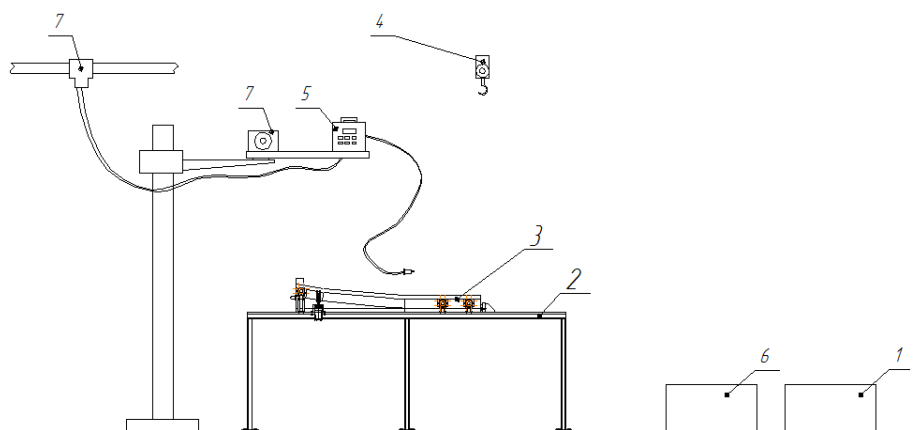


Рисунок 3.8 – Схема компоновки рабочего места общей сборки-сварки:

- 1 – контейнер для заготовок; 2 – сборочно-сварочный стол;
- 3 – собираемая конструкция; 4 – мостовой кран; 5 – полуавтомат ФЕБ Магма 350;
- 6 – контейнер с готовыми узлами; 7 – блок подачи проволоки ФЕБ 09 ФОРТ; 8 – заводская магистраль CO_2 и Ar

Таблица 3.8 – Нормирование общей сборки-сварки

Наименование перехода	Кол-во повт.	Опред-е факторы	Таблица или расчет. формула	Норма времени, мин	Сумма, мин
1	2	3	4	5	6
Установить базовую деталь (подузел 3) на сборочный стол	1	G=1025,5 кг	Таблица 4.1 [10]	4,5	4,5
Установить последующую деталь (подузел1)	1	G=70,68 кг	Таблица 4.2 [10]	4	4
Установить последующую деталь 17	2	G=77,8 кг	Таблица 4.2 [10]	4	8
Закрепление соединения	3	пневмозажим	Таблица 4.3 [10]	0,13	0,39
Прихватка с последующей зачисткой мест прихватки от шлака и брызг	8	$L_{пр}=40$ мм $K=5$ мм	Таблица 4.4 [10]	0,37	2,96
Раскрепление собранного соединения	3	пневмозажим	Таблица 4.3 [10]	0,13	0,39
Основное время сварки	2	$L=0,842$ м $V=20$ м/ч	$T_0 = \frac{L}{v}$ [10]	2,5	5
Перемещение рабочего	4	$S=1,5$ м	Таблица 1.7 [10]	0,1	0,4
Зачистка от брызг зоны шва	2	$L=0,842$ м	Таблица 5.1 [10]	1,5	2,53
Визуальный контроль св. швов и геометрии	2	$L=0,842$ м	по норм. [10]	0,3мин/м	0,5

Продолжение таблицы 3.8

Установить последующую 19 деталь	2	G=2,1 кг	Таблица 4.2 [10]	0,5	1
Закрепление соединения	2	пневмозажим	Таблица 4.3 [10]	0,13	0,26
Прихватка с последующей зачисткой мест прихватки от шлака и брызг	4	$L_{пр}=20$ мм $K=3$ мм	Таблица 4.4 [10]	0,15	0,6
Раскрепление собранного соединения	2	пневмозажим	Таблица 4.3 [10]	0,13	0,26
Основное время сварки	2	$L=0,4$ м $V=20$ м/ч	$T_0 = \frac{L}{v}$ [10]	1,2	2,4
Зачистка от брызг зоны шва	2	$L=0,4$ м	Таблица 5.1 [10]	1,5	1,2
Визуальный контроль и проверка геометрии	2	$L=0,4$ м	по норм. [10]	0,3мин/м	0,24
Перемещение рабочего	2	$S=1$ м	Таблица 1.7 [10]	0,1	0,2
Установить последующую деталь	4	G=2,1 кг	Таблица 4.2 [10]	0,5	2
Закрепление соединения	4	пневмозажим	Таблица 4.3 [10]	0,13	0,52
Прихватка с последующей зачисткой мест прихватки от шлака и брызг	4	$L_{пр}=20$ мм $K=3$ мм	Таблица 4.4 [10]	0,15	1,2

Продолжение таблицы 3.8

Раскрепление собранного соединения	4	пневмозажим	Таблица 4.3 [10]	0,13	0,52
Основное время сварки	4	L=0,4 м V=20 м/ч	$T_0 = \frac{L}{v}$ [10]	1,2	4,8
Зачистка от брызг зоны шва	4	L=0,4 м	Таблица 5.1 [10]	1,5	2,4
Визуальный контроль и проверка геометрии	4	L=0,400 м	по норм. [10]	0,3мин/м	0,48
Перемещение рабочего	4	S=1,5 м	Таблица 1.7 [10]	0,1	0,4
Снять и отвезти конструкцию на склад	1	G=1149 кг	Таблица 1.2 [10]	2,7	2,7

$$T_{\text{опер.}} = 49,85 \text{ мин.};$$

$$T_{\text{шт.к.}} = 49,85 \cdot 1,17 = 58,3 \text{ мин.} \quad (\text{по формуле 3.1})$$

3.9 Контроль качества изготовления переходного рештака

Вся работа по техническому контролю качества изготовления сварных конструкций возглавляется отделом технического контроля (ОТК).

Главное назначение ОТК – своевременное предупреждение брака, выявление и устранение его причин. Основными причинами брака являются:

- неисправность оборудования и приспособлений;
- низкое давление углекислого газа;
- неисправность рабочего и мерительного инструмента.

Для обеспечения высокого качества изготовления переходного рештака, контроль качества производится в несколько этапов:

- предварительный контроль;
- текущий (пооперационный) контроль;
- контроль готового изделия.

При предварительном контроле проверяются сварочные материалы, оборудование, сборочно-сварочные приспособления, инструмент, контрольно-измерительная аппаратура.

Текущий (пооперационный) контроль подразделяется на три важных направления:

- контроль деталей;
- контроль сборки;
- контроль сварки.

Контроль деталей производится перед их поступлением на сборку и заключается в проверке чистоты поверхности металла, габаритов установочных размеров, качества подготовки кромок и углов их скосов. Предупреждение дефектов в деталях предотвратит исправление дефектов в сваренном узле [11].

При сборке переходного рештака, в собираемых узлах контролируются зазоры между кромками свариваемых деталей, отсутствие или малая величина которых приводит к непровару корня шва, а большая к прожогам и другим дефектам.

Важным фактором является соблюдение режима сварки, то есть контроль сварочного тока и напряжения по показаниям вольт- и амперметра, скорости сварки по положению регулятора скорости.

Внешний осмотр и обмеры сварных швов и соединений являются первыми контрольными операциями по приемке изделия. Им подвергают все сварные швы независимо от того, как они будут испытаны в дальнейшем.

По внешнему виду шва можно установить причину появления тех или иных дефектов. Так, при малом токе шов получается слишком высокий, с закругленными краями и неглубоким проваром; завышенный ток ведет к неровностям краев шва и появлению подрезов. При сварке длинной дугой

происходит интенсивное разбрызгивание металла и шов неодинаков по ширине. Неравномерные чешуйчатость, ширина и высота шва указывают на нарушения режима сварки и частые обрывы дуги. В этих случаях возможны непровары и поры.

Особенно тщательно осматриваются незаваренные кратеры, так как в них наиболее часто образуются трещины и поры. При обнаружении трещин их границы выявляют шлифовкой дефектного места наждачной бумагой и травлением 20 процентным раствором азотной кислоты, а в отдельных случаях засверливанием или подружкой зубилом. Результаты внешнего осмотра позволяют предположительно судить о местах расположения внутренних дефектов и их характере [11].

После визуального контроля проводится ультразвуковой контроль качества швов подузла №3. Ультразвуковому контролю качества подвергается каждая конструкция переходных рештаков.

4 Расчет параметров режима сварки

4.1 Расчет параметров режима механизированной сварки в среде смеси защитных газов

Сваркой полуавтоматом в среде смеси защитных газов $\text{CO}_2(75\%) + \text{Ar}(25\%)$ выполняется сварка деталей переходного рештака (подузлов №1, 2, узлов №1, 2, 3).

В данном разделе приведен пример расчета параметров режима сварки для шва №3. Для остальных швов расчет параметров режима сварки выполняется аналогично. Режимы сварки всех швов, выполняемых в среде защитных газов $\text{CO}_2(75\%) + \text{Ar}(25\%)$, приведены в таблице 4.1.

Шов №3 выполняется полуавтоматической сваркой и соответствует ГОСТ 14771-76-Н1-Δ10, конструктивные элементы которого представлены на рисунке 4.1.

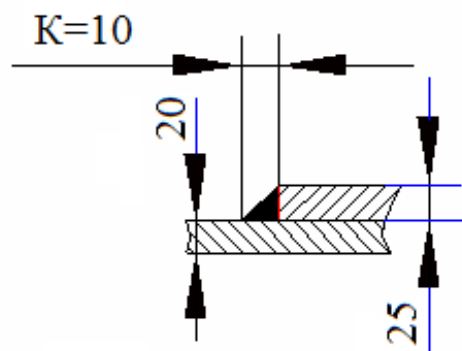


Рисунок 4.1 – Нахлесточное соединение Н1, K=10мм

- 1) марка электродной проволоки – Св-08Г2С. Эта проволока подходит для сварки полуавтоматом в среде смеси защитных газов низкоуглеродистых сталей;
- 2) диаметр электродной проволоки – $d_3=1,6$ мм. Диаметр электродной проволоки выбирается из стандартного ряда величин электродных проволок;
- 3) сила сварочного тока. Определяется в пределах следующих соотношений [11]:

$$I_{\text{св.мин}} = 100d ; \quad (4.1)$$

$$I_{\text{св.маx}} = 200d; \quad (4.2)$$

$$I_{\text{св.миn}} = 100 \cdot 1,6 = 160 \text{ A};$$

$$I_{\text{св.маx}} = 200 \cdot 1,6 = 320 \text{ A}.$$

Принимается оптимальным значением сварочного тока данная величина:

$$I_{\text{св.опт}} = 240 \text{ A} .$$

4) род и полярность тока. Выбирается постоянный ток обратной полярности. Выбор проводится, исходя из предпочтительности максимальной стабильности горения и проплавляющей способности дуги. Она наблюдается при сварке на постоянном токе обратной полярности.

5) напряжение сварочной дуги:

$$U_{\text{дуги.миn}} = 15+4d, \text{ В}; \quad (4.3)$$

$$U_{\text{дуги.маx}} = 15+10d, \text{ В}; \quad (4.4)$$

$$U_{\text{дуги.миn}} = 15+4 \cdot 1,6 = 21,4 \text{ В};$$

$$U_{\text{дуги.маx}} = 15+10 \cdot 1,6 = 31 \text{ В};$$

$$U_{\text{дуги.опт}} = 25 \text{ В} .$$

6) вылет электрода:

$$l_{\text{э.миn}} = 5+5d, \text{ мм}; \quad (4.5)$$

$$l_{\text{э.маx}} = 10+10d, \text{ мм}; \quad (4.6)$$

$$l_{\text{э.миn}} = 5+5 \cdot 1,6 = 13, \text{ мм};$$

$$l_{\text{э.маx}} = 10+10 \cdot 1,6 = 26, \text{ мм};$$

$$l_{\text{э.опт}} = 20, \text{ мм} .$$

7) расстояние от среза сопла до изделия:

$$L_{\text{миn}} = 4+17d/3, \text{ мм}; \quad (4.7)$$

$$L_{\text{маx}} = 6+26d/3, \text{ мм}; \quad (4.8)$$

$$L_{\text{миn}} = 4+17 \cdot \frac{1,6}{3} = 13, \text{ мм};$$

$$L_{\max} = 6 + 26 \cdot \frac{1,6}{3} = 28, \text{ мм};$$

$$L_{\text{опт}} = 20, \text{ мм}.$$

8) расход смеси газов [1]:

$$R_{\text{смеси}} = 1,125 \sqrt{I_{\text{ср}}}, \text{ л/мин}; \quad (4.9)$$

$$R_{\text{смеси}} = 1,125 \sqrt{I_{\text{ср}}} = 1,125 \sqrt{240} = 17,4 \text{ л/мин};$$

$$R_{\text{со2}} = (17,4 \cdot 20) / 100 = 3,5 \text{ л/мин};$$

$$R_{\text{Ar}} = 17,4 - 3,5 = 13,9 \text{ л/мин}.$$

9) скорость подачи электродной проволоки:

$$V_{\text{шт}} = \frac{4 \cdot \alpha_{\text{H}} \cdot I_{\text{св}}}{\pi \cdot d^2 \cdot \gamma}, \text{ м/ч} \quad (4.10)$$

где α_{H} – коэффициент наплавки, $\alpha_{\text{H}} = 11,6 \text{ г/Ач}$;

γ – плотность металла, $\gamma = 7,8 \text{ г/см}^3$.

$$V_{\text{шт}} = \frac{4 \cdot 11,6 \cdot 240}{3,14 \cdot 1,6^2 \cdot 7,8} = 178 \text{ м/ч}.$$

10) общая площадь поперечного сечения наплавленного металла за один проход:

$$F_{\text{H}} = \frac{K^2}{2} \quad (4.11)$$

$$F_{\text{H}} = \frac{10^2}{2} = 50, \text{ мм}^2;$$

количество проходов:

$$n = \frac{F_{\text{H}}}{F_{\text{max}}}, \quad (4.12)$$

где F_{max} – максимальная площадь за 1 проход, $F_{\text{max}} = 32 \text{ мм}^2$;

$$n = \frac{50}{32} = 1,5,$$

11) скорость сварки:

$$V_{\text{CB}} = \frac{\alpha_{\text{H}} \cdot I_{\text{CB}}}{F_{\text{H}} \cdot \gamma} \text{ м/ч}; \quad (4.13)$$

$$V_{\text{CB}} = \frac{11,6 \cdot 240}{50 \cdot 7,8} = 7,1 \text{ м/ч} .$$

Полученные основные режимы полуавтоматической сварки заносятся в таблицу режимов (таблица 4.1).

Таблица 4.1 – Режимы полуавтоматической сварки в среде защитных газов CO₂ + Ar

Параметры режима	Марка проволоки	Диаметр проволоки, мм	Род тока	Полярность тока	I _{ср} , А	U _{ср} , В	L _{ср} , мм	Расход газа, л/мин: R _{CO2} R _{Ar} .	Скорость подачи проволоки, м/ч.	Скорость сварки, м/ч	Кол-во проходов
Шов №1 ГОСТ 14771-76-T1-Δ10	Св-08Г2С	1,6	Постоянный	Обратная	240	25	20	3,5, 13,9	178	7,1	2
Шов №2 ГОСТ 14771-76-T1-10	Св-08Г2С	1,6	Постоянный	Обратная	240	25	20	3,5, 13,9	178	2	7
Шов №3 ГОСТ 14771-76-H1-Δ10	Св-08Г2С	1,6	Постоянный	Обратная	240	25	20	3,5, 13,9	178	7,1	2
Шов №4 ГОСТ 14771-76-H1-Δ7	Св-08Г2С	1,6	Постоянный	Обратная	240	25	20	3,5, 13,9	178	15	1
Шов №5 ГОСТ 14771-76-T1-Δ12	Св-08Г2С	1,6	Постоянный	Обратная	240	25	20	3,5, 13,9	178	5	3
Шов №6 ГОСТ 14771-76-T1-Δ7	Св-08Г2С	1,6	Постоянный	Обратная	240	25	20	3,5, 13,9	178	15	1
Шов №7 ГОСТ 14771-76-H1-Δ7	Св-08Г2С	1,6	Постоянный	Обратная	240	25	20	3,5, 13,9	178	15	1
Шов №8 ГОСТ 14771-76-T6-Δ7	Св-08Г2С	1,6	Постоянный	Обратная	240	25	20	3,5, 13,9	178	15	1
Шов №10 ГОСТ 14771-76-Y1-Δ7	Св-08Г2С	1,6	Постоянный	Обратная	240	25	20	3,5, 13,9	178	15	1
Шов № 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 нестандартные	Св-08Г2С	1,6	Постоянный	Обратная	240	25	20	3,5, 13,9	178	2	7

4.2 Расчет параметров режима сварки полуавтоматом в среде смеси защитных газов

Автоматической сваркой в среде смеси защитных газов $\text{CO}_2(75\%) + \text{Ar}(25\%)$ выполняется сварка деталей переходного рештака (подузла № 3).

В данном разделе приведен пример расчета параметров режима сварки для шва №11. Для остальных швов расчет параметров режима сварки выполняется аналогично. Режимы сварки швов, выполняемых автоматической сваркой в среде защитных газов $\text{CO}_2(75\%) + \text{Ar}(25\%)$, приведены в таблице 4.2

Шов №11 является нестандартным швом, его конструктивные элементы представлены на рисунке 4.2

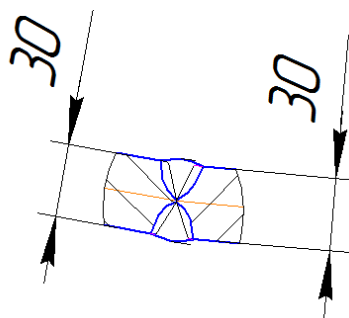


Рисунок 4.2 – Стыковое соединение

1) марка электродной проволоки – Св-08Г2С. Эта проволока подходит для автоматической сварки в среде смеси защитных газов низкоуглеродистых сталей;

2) диаметр электродной проволоки – $d_3=2$ мм. Диаметр электродной проволоки выбирается из стандартного ряда величин электродных проволок в зависимости от толщины свариваемого металла.

3) расчет силы сварочного тока производится по формуле [7]:

$$I_{\text{св}} = \frac{\pi d_3^2 a}{4}, \text{ А} \quad (4.14)$$

где d_3 – диаметр электродной проволоки, мм;

a – плотность тока в электродной проволоке, А/мм^2 (при сварке в CO_2 $a=110\dots130 \text{ А/мм}^2$).

$$I_{\text{св}} = \frac{3,14 \cdot 2 \cdot 120}{4} = 376,8 \approx 380 \text{ А}$$

4) напряжение дуги и расход защитного газа выбираются в зависимости от силы сварочного тока:

напряжение $U=28...30$, принимается 30 В.

расход $Q=15...16$, принимается 16 л/мин.

5) скорость подачи электродной проволоки рассчитывается по формуле:

$$V_{\text{шт}} = \frac{4\alpha_p I_{\text{св}}}{\pi d_3^2 \gamma}, \text{ м/ч} \quad (4.15)$$

где α_p – коэффициент расплавления проволоки, г/А·ч;

$I_{\text{св}}$ – сварочный ток, А;

γ – плотность металла проволоки (для стали $\gamma = 7,8$ г/см³).

Значение α_p определяется по формуле:

$$\alpha_p = 3,0 + 0,08 \cdot \frac{I_{\text{св}}}{d_3} = 3,0 + 0,08 \cdot \frac{380}{2} = 18,2;$$

Тогда скорость подачи проволоки будет равна:

$$V_{\text{шт}} = \frac{4 \cdot 18,2 \cdot 380}{3,14 \cdot 2 \cdot 7,8} = 564 \frac{\text{м}}{\text{ч}}$$

б) скорость сварки рассчитывается по формуле:

$$V_{\text{св}} = \frac{\alpha_n I_{\text{св}}}{100 F_B \gamma}, \text{ м/ч} \quad (4.16)$$

где α_n – коэффициент наплавки, г/А·ч, $\alpha_n = \alpha_p (1-\psi)$,

ψ – коэффициент потерь металла на угар и разбрызгивание.

При сварке в CO_2 $\psi = 0,1...0,15$;

F_B – площадь поперечного сечения одного валика, см², принимается

$F_B = 0,3...0,7$ см². Тогда:

$$V_{\text{св}} = \frac{15,47 \cdot 380}{100 \cdot 0,7 \cdot 7,8} = 10,8 \text{ м/ч.}$$

7) количество проходов в зависимости от толщины свариваемых деталей принимается $n=6$.

Полученные основные режимы автоматической сварки заносятся в таблицу режимов (таблица 4.2).

Таблица 4.2 – Режимы автоматической сварки стыкового шва в среде смеси $CO_2(75\%) + Ar(25\%)$

Номер шва	Толщина металла, мм	Параметры режима						
		$d_{эл},$ мм	$I_{св},$ А	$U_{д},$ В	$V_{св},$ м/ч	$V_{пш},$ м/ч	Число проходов n	Расход газа, л/мин
11	30	2	380	30	10,8	564	6	16
12	30	2	380	30	10,8	564	6	16

5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

5.1 Маркетинговые исследования

Выпускная квалификационная работа по теме «Разработка технологии сборки и сварки переходного рештака» выполняется в рамках научно-исследовательской работы, суть которой заключается в исследовании и разработке технологии сборки и сварки элементов данной сварной конструкции.

В результате маркетинговых исследований потребностей предприятий РФ была выявлена необходимость современной горнодобывающей промышленности в переходных рештаках.

Угольная промышленность является одной из наиболее крупных отраслей экономики страны. По запасам угля РФ занимает 6 место в мире, в недрах содержится 5,5% от общемирового объема запасов [13].

Спрос на переходные рештаки существует постоянно, так как они являются основным элементом рештачного става скребкового конвейера, широко используемого в большинстве шахт. Конструкция работает в условиях постоянного абразивного износа и имеет срок эксплуатации 0,5-1 год.

Использование качественных материалов, применение механизированных и автоматизированных методов сварки и современного оборудования позволит изготавливаемой конструкции быть конкурентоспособной на рынке металлоконструкций.

С учетом вышеперечисленного, а также с учетом проведенного технического нормирования принимается годовая программа выпуска переходных рештаков в размере 2000 шт.

Для оценки коммерческого потенциала и перспективности проведения научного исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения проведем анализ конкурентных технических решений и SWOT анализ. Также произведем расчет бюджета научно-технического исследования.

5.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим конкурентам.

С этой целью может быть использована вся имеющаяся информация о конкурентных разработках:

- технические характеристики разработки;
- конкурентоспособность разработки;
- уровень завершенности научного исследования (наличие макета, прототипа и т.п.);
- финансовое положение конкурентов, тенденции его изменения и т.д.

В ходе исследования проанализированы конкурентные технические решения, используемые на сегодняшний день в промышленности, такие как уменьшение остаточных деформаций и качественная подготовка поверхностей. Широкое применение нашел способ ручной обработки металлических поверхностей к сварке и предварительный подогрев свариваемых кромок. На сегодняшний день используют разного рода технологии для уменьшения сварочных деформаций.

Данный анализ проведен с помощью оценочной карты. Используемые техники уменьшения сварочных деформации для получения качественной продукции:

1. А – дробеструйная обработка поверхностей;
2. В – предварительный индукционный подогрев свариваемых кромок
3. С – механическая правка готовых изделий.

Критерии для сравнения и оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения, приведены в таблице 7.1.1, подбираются исходя из

выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей, разработки, создания и эксплуатации.

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i,$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя;

B_i – балл i -ого показателя.

Таблица 5.1.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений и разработок

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентно-способность		
		Б _А	Б _В	Б _С	К _А	К _В	К _С
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда	0,1	5	5	3	0,5	0,5	0,3
2. Удобство в эксплуатации	0,07	5	5	5	0,35	0,35	0,35
3. Уровень качества сварных соединений	0,1	5	5	3	0,5	0,5	0,3
4. Энергоэкономичность	0,07	5	4	4	0,35	0,28	0,28
5. Надежность	0,07	5	4	3	0,35	0,28	0,21
6. Уровень производимого шума	0,07	5	5	5	0,35	0,35	0,35
7. Необходимость в высококвалифицированных специалистах	0,05	3	3	3	0,15	0,15	0,15
8. Функциональная мощность	0,05	3	3	1	0,15	0,15	0,05
9. Простота в эксплуатации	0,05	5	5	5	0,25	0,25	0,25

Продолжение таблицы 5.1.1

10. Качество интеллектуального интерфейса	0,05	2	3	2	0,1	0,15	0,1
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,06	5	1	2	0,3	0,06	0,12
2. Уровень проникновения на рынке	0,05	2	2	3	0,1	0,1	0,15
3. Цена	0,06	5	5	4	0,3	0,3	0,24
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,05	5	5	3	0,25	0,25	0,15
5. Срок эксплуатации	0,05	5	5	3	0,25	0,25	0,15
6. Наличие сертификации разработок	0,05	5	5	5	0,25	0,25	0,25
Итого	1	70	65	54	4,5	4,17	3,4

Таким образом, конкурентоспособность рассматриваемых продуктов составляет:

$$K_A = 0,5 + 0,35 + 0,5 + 0,35 + 0,35 + 0,35 + 0,15 + 0,15 + 0,25 + 0,1 + 0,3 + 0,1 + 0,3 + 0,25 + 0,25 + 0,25 = 4,5$$

$$K_B = 0,5 + 0,35 + 0,5 + 0,28 + 0,28 + 0,35 + 0,15 + 0,15 + 0,25 + 0,15 + 0,06 + 0,1 + 0,3 + 0,25 + 0,25 + 0,25 = 4,17$$

$$K_C = 0,3 + 0,35 + 0,3 + 0,28 + 0,21 + 0,35 + 0,15 + 0,05 + 0,25 + 0,1 + 0,12 + 0,15 + 0,24 + 0,15 + 0,15 + 0,25 = 3,4$$

Исходя из проведенного выше анализа можно сделать вывод, что технология «А» имеет ряд преимуществ над своими аналогами. При использовании данной технологии значительно снижается процент брака и повышается производительность работы что, безусловно, повышает количество и качество выпускаемых изделий. Также используя технологию «Б» можно повысить качество изготавливаемой продукции. Стоит отметить сочетание технологий «А» и «Б», что приведет к широкому диапазону возможностей, а именно уменьшить количество возврата бракованных изделий.

5.3 SWOT анализ

SWOT анализ – это определение сильных и слабых сторон проекта, выявление возможностей и угроз по его осуществлению. Этот анализ проводят для выявления внешней и внутренней среды проекта. Проводится этот анализ в три этапа.

Первый этап.

Данный этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Сильные стороны проекта – это его факторы, которые характеризуют конкурентоспособную сторону проекта. Сильные стороны свидетельствуют о том, что у проекта есть отличительное преимущество или особые ресурсы, являющиеся особенными с точки зрения конкуренции.

К сильным сторонам проекта относятся:

- Легкое внедрение в текущее производство – С1;
- Повышенные показатели качества и скорости производства – С2;
- Использование современного оборудования – С3;
- Имеется высококвалифицированный персонал – С4;
- Наличие интереса со стороны потенциальных потребителей – С5.

К слабым сторонам проекта относятся:

- Реализация проекта требует значительных инвестиций и сопряжена с длительным сроком окупаемости – Сл.1;
- Отсутствие возможности изготовления в полевых условиях – Сл.2;
- Узкая область применения – Сл.3;
- Отсутствие интереса со стороны потенциальных потребителей Сл.4.

К возможностям проекта относятся:

- Возможность внедрения линии подготовки, сборки и сварки в другие отрасли производства – В1;

- Стабильно возрастающая потребность в изготовлении подобного рода продукции – В2;

- Отсутствие аналогов у конкурентноспособных предприятий – В3.

К угрозам относятся:

- Появление других научных разработок – У1;

- Отсутствие интереса руководства к данному исследованию ввиду высокой стоимости оборудования – У2.

Второй этап.

Данный этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

Таблица 5.3.1 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны						
Возможности		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	-	+	-	-	+
	B2	+	-	+	+	-
	B3	-	+	-	-	+
Угрозы		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	+	-	+	+	-
	У2	-	+	-	-	+
Слабые стороны						
Возможности		Сл.1	Сл.2	Сл.3	Сл.4	
	B1	+	-	-	+	
	B2	-	-	-	-	
	B3	+	-	-	+	
Угрозы		Сл.1	Сл.2	Сл.3	Сл.4	
	У1	-	+	+	-	
	У2	+	+	+	+	

Анализ интерактивной матрицы показал следующие направления проекта: В1В3С2С5, В2С1С3С4, В1В3Сл.1Сл.4, У1С1С3С4, У2С2С5, У1С2С3, У2Сл.1Сл.2Сл.3Сл.3

Третий этап.

В рамках третьего этапа должна быть составлена итоговая матрица SWOT–анализа.

Таблица 5.3.2 – SWOT анализа

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: Легкое внедрение в текущее производство – С1; Повышенные показатели качества и скорости производства– С2; Использование современного оборудования– С3; Имеется высококвалифицированный персонал – С4; Наличие интереса со стороны потенциальных потребителей – С5.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Реализация проекта требует значительных инвестиций и сопряжена с длительным сроком окупаемости–Сл.1; Отсутствие возможности изготовления в полевых условиях – Сл.2; Узкая область применения – Сл.3; Отсутствие интереса со стороны потенциальных потребителей– Сл.4.
Возможности: Возможность внедрения линии подготовки, сборки и сварки в другие отрасли производства– В1; Стабильно возрастающая потребность в изготовлении подобного рода продукции– В2; Отсутствие аналогов у конкурентноспособных предприятий– В3.	В1В3С2С5 – Внедрение технологии в другие предприятия положительно скажется на производстве и распространении продукции; В2С1С3С4 – Возможность использования малозатратных технологий для производства продукции.	В1В3Сл.1Сл.4 – В связи с постоянно растущей инфляцией появится потребность в дополнительных инвестиционных средствах .

Продолжение таблицы 5.3.2

<p>Угрозы: Появление других научных разработок – У1; Отсутствие интереса руководства к данному исследованию ввиду высокой стоимости оборудования– У2.</p>	<p>У1С1С3С4 – Появится потребность в проработке новых технологически о операционных карт; У2С2С5 - некоторые предприятия откажутся от внедрения в их производства. .</p>	<p>У1С2С3; У2Сл.1Сл.2Сл.3Сл.3 – В связи с узко-направленности проекта и появления других конкурентноспособных технологий продукт может перестать интересовать производителей.</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

5.4 Инициация проекта

Группа процессов инициации состоит из процессов, которые выполняются для определения нового проекта или новой фазы существующего.

В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание и фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать и влиять на общий результат научного проекта. Данная информация закрепляется в Уставе проекта.

5.4.1 Цели и результаты проекта

Устав проекта документирует бизнес–потребности, текущее понимание потребностей заказчика проекта, а также новый продукт, услугу или результат, который планируется создать. Устав научного проекта магистерской работы должен иметь цели и результат проекта. В данном разделе необходимо привести информацию о заинтересованных сторонах проекта, иерархии целей проекта и критериях достижения целей.

Под заинтересованными сторонами проекта понимаются лица или организации, которые активно участвуют в проекте или интересы которых могут быть затронуты как положительно, так и отрицательно в ходе исполнения или в результате завершения проекта. Это могут быть заказчики, спонсоры,

общественность и т.п. Информацию по заинтересованным сторонам проекта представлена в таблице 5.4.1.1.

Таблица 5.4.1.1 – Интерактивная матрица проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
ОАО «Анжеромаш»	Улучшение механических характеристик производимой продукции. Уменьшение трудозатрат на изготовление продукции.
Угольные шахты Сибири	

В таблице 5.4.1.2 представлена информация об иерархии целей проекта и критериях достижения целей.

Таблица 5.4.1.2 – Цели и результат проекта

Цели проекта:	Разработка принципиально нового технологического процесса изготовления переходного рештака, устранение недостатков существующего процесса и рекомендации по их устранению
Ожидаемые результаты:	Уменьшение трудозатрат за счет разработанной технологии. Увеличение качества изготавливаемой продукции.
Критерии приемки результатов проекта:	1. Использование нестандартного оборудования для сборки и сварки конструкции 2. Уменьшение затрачиваемого времени на изготовление изделий;
Требования к результату проекта:	Требование:
	1. Показать изменение качества изготавливаемой продукции вследствие применения нового нестандартного оборудования при сборке и сварке конструкции; 2. Показать изменение трудо-временных затрат вследствие увеличения количества изготавливаемой продукции;

5.4.2 Организационная структура проекта

На данном этапе необходимо решить кто будет входить в рабочую группу данного проекта, определить роль и функции каждого участника проекта.

Данная информация прописывается в таблицу 5.4.2.1.

Таблица 5.4.2.1 – Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудовые затраты, час
1	Киселев А. С. к.т.н., доцент Отделения электронной инженерии ТПУ.	Научный руководитель	1. Обеспечение проекта ресурсами со стороны исполнителя; 2. Руководство и координация работы рабочей группы проекта со стороны исполнителя и контроль выполнения поставленных перед ними задач; 3. Контроль статуса проекта, сроков и бюджета; 4. Регулярный анализ хода выполнения проекта; 5. Обеспечение взаимного соответствия выполняемых работ.	38
2	Синютюч О.В.	Исполнитель проекта	1. Выполнение работ по разработке технологии; 2. Выполнение расчётов по проекту; 3. Подготовка отчетов о текущем статусе проекта.	740
Итого:				778

5.5 План проекта

В рамках планирования научного проекта необходимо построить календарный и сетевой графики проекта. Линейный график представлен в виде таблицы 5.5.1.

Таблица 5.5.1 – Календарный план проекта в рабочих днях

Код работы (из ИСР)	Название	Длительность, день	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников (ФИО ответственных исполнителей)
1	Составление технического задания	4	27.01.2020	31.01.2020	Киселев А.С.
2	Изучение литературы	7	1.02.2020	8.02.2020	Синютич О.В.
3	Выбор направления исследования	4	9.02.2020	13.02.2020	Киселев А.С., Синютич О.В.
4	Разработка технологии подготовки, сборки и сварки.	30	14.02.2020	15.03.2020	Киселев А.С., Синютич О.В.
5	Подготовка чертежей и моделей.	35	16.03.2020	19.04.2020	Синютич О.В.
6	Проверка разработанной технологии.	4	20.04.2020	24.04.2020	Киселев А.С.
7	Обсуждение результатов и выводов по работе	5	25.04.2020	30.04.2020	Киселев А.С., Синютич О.В.
8	Подготовка теоретической и практической части работы.	30	1.05.2020	31.05.2020	Синютич О.В.
Итого:		119	27.01.2020	31.05.2020	

Диаграмма Ганта – это тип столбчатых диаграмм (гистограмм), который используется для иллюстрации календарного плана проекта, на котором работы

по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ (таблица 5.5.2).

Таблица 5.5.2 – Календарный план–график проведения НИОКР по теме

Код работы (из ИСР)	Вид работ	Исполнители	Т _к , кал., дн.	Продолжительность работы																
				январь		февраль		март		апрель		май								
				1	2	1	2	1	2	1	2	1	2							
1	Составление технического задания	Киселев А.С.	4		■															
2	Изучение литературы	Синютич О.В.	7			■														
3	Выбор направления исследования	Киселев А.С., Синютич О.В.	4			■		■												
4	Разработка технологии подготовки, сборки и сварки.	Киселев А.С., Синютич О.В.	30				■	■	■											
5	Подготовка чертежей и моделей.	Синютич О.В.	35							■	■	■								
6	Проверка разработанной технологии.	Киселев А.С.	4									■								
7	Обсуждение результатов и выводов по работе	Киселев А.С., Синютич О.В.	5										■							

N – годовая программа выпуска изделия, штук;

F_d – действительный годовой фонд времени работы единицы оборудования, принимается для односменной работы $F_d = 2070$ часов;

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

Таким образом:

$$W_{сб.св.п1} = \frac{12,5 \cdot 2000}{2070 \cdot 1,15 \cdot 60} = 0,18;$$

$$W_{сб.св.п2} = \frac{10 \cdot 2000}{2070 \cdot 1,15 \cdot 60} = 0,14;$$

$$W_{сб.у1} = \frac{75,6 \cdot 2000}{2070 \cdot 1,15 \cdot 60} = 1,05;$$

$$W_{св.у1} = \frac{202,2 \cdot 2000}{2070 \cdot 1,15 \cdot 60} = 2,8;$$

$$W_{сб.св.у2} = \frac{18,5 \cdot 2000}{2070 \cdot 1,15 \cdot 60} = 0,26;$$

$$W_{сб.п3} = \frac{48,96 \cdot 2000}{2070 \cdot 1,15 \cdot 60} = 0,69;$$

$$W_{св.п3} = \frac{87,75 \cdot 2000}{2070 \cdot 1,15 \cdot 60} = 1,2;$$

$$W_{общ.сб.св} = \frac{58,3 \cdot 2000}{2070 \cdot 1,15 \cdot 60} = 0,8;$$

Степень использования оборудования или рабочих мест по времени определяется проектным коэффициентом загрузки, который определяется по формуле:

$$K_{з.об.} = \frac{W_p}{W_{пр}}, \quad (5.2)$$

где W_p – расчетное количество оборудования, штук;

$W_{пр}$ – принятое количество оборудования (округленное до большего целого числа расчетного количества оборудования), штук.

$$K_{з.об.} = \frac{W_{сб.св.пл}}{W_{пр}} = \frac{0,18}{1} = 0,18;$$

Аналогично проводятся расчеты степени использования рабочих мест для последующих операций. Результаты сведены в таблицу 5.6.1.1

Таблица 5.6.1.1 – Ведомость рабочих мест

Наименование операции	t _{шт.} , мин	W _р	W _{пр}	K _{з.об.}
Сборка-сварка подузла 1	12,5	0,18	1	0,18
Сборка-сварка подузла 2	10	0,14	1	0,14
Сборка-сварка узла 2	18,5	0,26	1	0,26
Сборка узла 1	75,6	1,05	1	1,05
Сварка узла 1	202,2	2,8	3	0,9
Сборка подузла 3	48,96	0,69	1	0,69
Сварка подузла 3	87,75	1,2	2	0,6
Общая сборка-сварка	58,3	0,8	1	0,8
Итого:	513,81	7,12	11	0,65

5.6.2 Определение состава и потребной численности персонала

Расчет численности основных производственных рабочих производится по формуле [14]:

$$R = \frac{t_{шт.к.} \cdot N \cdot k_{оп}}{F_{д} \cdot k_{вн} \cdot 60}, \quad (5.3)$$

где t_{шт.к.} – штучная норма времени на операцию, мин;

N – годовая программа выпуска изделия, штук;

F_д^р – действительный годовой фонд времени рабочего, принимается: для рабочих, работающих в нормальных условиях, – F_д^р = 1860 часов, для рабочих, выполняющих дуговую сварку в помещении, – F_д^р = 1820 часов;

k_{вн} – коэффициент выполнения нормы, k_{вн} = 1,15;

k_{оп} – коэффициент, учитывающий численность бригады либо многостаночное обслуживание, принимается k_{оп} = 1.

$$R_{сб.св.пл} = \frac{12,5 \cdot 2000 \cdot 1}{1820 \cdot 1,15 \cdot 60} = 0,2;$$

$$R_{\text{сб.св.п2}} = \frac{10 \cdot 2000 \cdot 1}{1820 \cdot 1,15 \cdot 60} = 0,16;$$

$$R_{\text{сб.св.у2}} = \frac{18,5 \cdot 2000 \cdot 1}{1820 \cdot 1,15 \cdot 60} = 0,3;$$

$$R_{\text{сб.у1}} = \frac{75,6 \cdot 2000 \cdot 1}{1860 \cdot 1,15 \cdot 60} = 1,17;$$

$$R_{\text{св.у1}} = \frac{202,2 \cdot 2000 \cdot 1}{1820 \cdot 1,15 \cdot 60} = 3,2;$$

$$R_{\text{сб.п3}} = \frac{48,96 \cdot 2000 \cdot 1}{1860 \cdot 1,15 \cdot 60} = 0,76;$$

$$R_{\text{св.п3}} = \frac{87,75 \cdot 2000 \cdot 1}{1820 \cdot 1,15 \cdot 60} = 1,4;$$

$$R_{\text{общ.сб.св.}} = \frac{58,3 \cdot 2000 \cdot 1}{1820 \cdot 1,15 \cdot 60} = 0,9;$$

После проведенных расчетов численности основных рабочих принимается их окончательное число, исходя из загрузки оборудования.

Результаты расчетов заносятся в таблицу 5.6.2.1

Таблица 5.6.2.1 – Количество основных производственных рабочих

Наименование операции	t _{шт} , мин	R _р	R _{пр}	K _{з.об}	после синхронизации		
					R _р	R _{пр}	K _{з.об}
Сборка-сварка подузла 1	12,5	0,2	1	0,2	0,66	1	0,66
Сборка-сварка подузла 2	10	0,16	1	0,16			
Сборка-сварка узла 2	18,5	0,3	1	0,3			
Сборка узла 1	75,6	1,17	1	1,17	1,17	1	1,17
Сварка узла 1	202,2	3,2	3	1,06	3,2	3	1,06
Сборка подузла 3	48,96	0,76	1	0,72	0,76	1	0,72
Сварка подузла 3	87,75	1,4	2	0,7	1,4	2	0,7
Общая сборка-сварка	58,3	0,9	1	0,9	0,9	1	0,9

Оплата всех работ по ремонту, наладке оборудования, транспортных операций, уборке территории включена в арендную плату за производственные площади.

Численность вспомогательных рабочих на участке может быть принята по укрупненным показателям – 25% от численности производственных рабочих и принимается 2 человека [14].

Численность ИТР на участке также может быть принята по укрупненным показателям – 8% от численности производственных рабочих и принимается 1 человек.

Для проведения работ по контролю качества конструкции нанимается дефектоскопист, для ведения бухгалтерской учетности нанимается бухгалтер [15].

Сформированный состав основных и вспомогательных рабочих приведен в таблице 5.6.2.2

Таблица 5.6.2.2 – Ведомость основных и вспомогательных производственных рабочих

Профессия рабочего	Численность Основные рабочие	Разряд					
		I	II	III	IV	V	VI
Сборщик	2				2		
Сварщик	7				4	3	
Вспомогательные рабочие							
Крановщик	1						
Стропальщик	1						

5.7 Бюджет научного исследования

5.7.1 Расчет заработной платы работающих

Заработная плата каждого работника на предприятии состоит из основной заработной платы и дополнительной. Обе части заработной платы определяются в зависимости от категории работника, его должности, опыта работы и т.д [15].

Расчет оплаты труда работников приводится в таблице 5.7.1

Таблица 5.7.1 – Расчет оплаты труда работников на программу

Наименование рабочего	Основная зар.плата, ₽	Дополнительная зар.плата, ₽			Полная зар.плата, ₽
		премия	молоко	за вредность	
1	2	3	4	5	6
Мастер участка	35000	3000		1200	39200
Бухгалтер	27000	2000			29000
Дефектоскопист	35000	3000		1200	39200
Сборщик 1	22000	1800	300	880	24980
Сборщик 2	22000	1800	300	880	24980
Сварщик 1	23000	1800	300	920	26020
Сварщик 2	23000	1800	300	920	26020
Сварщик 3	18000	1800	300	720	20820
Сварщик 4	23000	1800	300	920	26820
Сварщик 5	23000	1800	300	920	26820
Сварщик 6	23000	1800	300	920	26820
Сварщик 7	23000	1800	300	920	26820
Стропальщик	20000	1800		800	22600
Крановщик	18000	1800		720	20520
Итого в месяц:	335000	40200	2700	11920	380620
Итого за год:	4020000	482400	32400	143400	4567440

5.7.2 Расчет затрат на основные средства и амортизационные отчисления

В основные фонды должны быть включены: здания и сооружения, технологическое оборудование – сварочное оборудование, станки, подъемно-транспортные устройства и прочее оборудование стоимостью более 5 тысяч рублей.

Стоимость здания и сооружения определяется в той доли, которую занимает участок с оборудованием, участвующим в производственном процессе изготовления изделия. Она определяется по формуле [14]:

$$K_{зд.} = (S_{пр} + S_{всп}) \cdot Ц_{зд} + S_б \cdot Ц_{зд.б.}, \text{ тыс. рублей} \quad (5.4)$$

где $S_{пр}$ – производственная площадь, m^2 , определяется из планировки цеха (лист №3 графической части ВКР); $S_{пр} = 648, m^2$;

$S_{всп}$ – часть вспомогательной площади, определяется из соотношения [14]:

$$S_{всп} = 0,25 \cdot S_{пр}, \text{ м}^2; \quad (5.5)$$

$$S_{всп} = 0,25 \cdot 648 = 162 \text{ м}^2;$$

$S_б$ – площадь служебно-бытовых помещений, м^2 (определяется из расчета $5,5 \text{ м}^2$ на одного рабочего);

$\Pi_{зд}$ – стоимость 1 м^2 площади цеха, принимается равной 9000 рублей/мес.;

$\Pi_{зд.б.}$ – стоимость 1 м^2 служебно-бытовых помещений, принимается равной 10000 рублей/мес.;

$$K_{зд.} = ((648+162) \cdot 9000 + 77 \cdot 10000) \cdot 12 = 96720000 \text{ рублей.}$$

Амортизационные отчисления определяются из соотношения:

$$A = \frac{\Pi_{об} \cdot \alpha_{об}}{100}, \text{ тыс. рублей} \quad (5.6)$$

где $\Pi_{об}$ – стоимость оборудования;

$\alpha_{об}$ – норма амортизационных отчислений, %.

Принимаются нормы амортизационных отчислений для сварочного и другого оборудования $\alpha_{об} = 15\%$, для зданий и сооружений – $\alpha_{об} = 7\%$.

В таблице 5.7.2.1 показана ведомость расчета амортизационных отчислений для сварочного и другого оборудования.

Таблица 5.7.2.1 – Ведомость стоимости основных производственных фондов и амортизационных отчислений

Группа основных фондов	Кол-во	Стоимость единицы, (Р)	Сумма, (Р)	Амортизационные отчисления	
				%	(Р)
Производственная площадь, м^2	648	9000	59940000	7	4195800
Бытовые помещения, м^2	162	10000			

Продолжение таблицы 5.7.2.1

Сварочное оборудование:					
Инверторный сварочный полуавтомат ФЭБ Магма 350	9	71000	639000	15	135000
Сварочный автомат А-1406 с ист.пит. ВДУ-506 УЗ	2	300000	600000	15	90000
Приспособления для сборки-сварки:					
Приспособление для сборки-сварки подузла №1, №2, узла №2.	4	25000	100000	15	15000
Приспособление для сборки подузла №3	1	45000	45000	15	6750
Кольцевой кантователь для сварки подузла №3	2	62000	124000	15	18600
Приспособление для сборки узла №1	1	22000	22000	15	3300
Стол для сварки узла №1	3	25000	75000	15	11250
Консольно-поворотный кран	4	35000	140000	15	21000
Поворотная колонна для полуавтомата	6	25000	150000	15	22500
Дефектоскоп PowerBox H	1	190000	190000	15	28500
Итого:					4547700

5.7.3 Расчет затрат на малоценные и быстроизнашивающиеся предметы

В данную группу относятся приспособления, производственный инструмент, производственный и хозяйственный инвентарь стоимостью меньше 5 тысяч рублей и сроком службы менее одного года.

Затраты на приспособления принимаются равными 10% от стоимости оборудования, а на инструмент – 20% от стоимости приспособлений [15].

$$S_{\text{присп.}} = 10\% \cdot 1239000 = 123900 \text{ рублей}; \quad (5.7)$$

$$S_{\text{инстр.}} = 20\% \cdot 756000 = 151200 \text{ рублей}. \quad (5.8)$$

Стоимость производственного инвентаря определится в размере 60 рублей на тонну готового выпуска продукции.

$$S_{\text{инв.}} = \frac{50 \cdot 2000 \cdot 1149}{1000 \cdot 1000} = 114900 \text{ рублей.} \quad (5.9)$$

Стоимость хозяйственного инвентаря определяется из расчета 500 рублей на одного рабочего и 800 рублей на одного ИТР.

$$S_{\text{х.инв.}} = \frac{9(\text{раб.}) \cdot 500 + 1(\text{ИТР}) \cdot 800}{1000} = 5300 \text{ рублей.} \quad (5.10)$$

Стоимость верстаков, контрольных столов, стеллажей и прочего инвентаря составляет 1% от общей стоимости машин и оборудования [16].

$$S_{\text{п.инв.}} = 1\% \cdot 1693000 = 16930 \text{ рублей.} \quad (5.11)$$

Результаты расчетов приведены в таблице 5.7.3.1

Таблица 5.7.3.1 – Стоимость малоценных и быстроизнашивающихся предметов (рублей)

Наименование МБП	Стоимость МБП
1. Приспособления	123900
2. Инструмент	151200
3. Производственный инвентарь	114900
4. Хозяйственный инвентарь	5300
5. Прочий инвентарь	16930
Итого:	412230

5.7.4 Расчет затрат на материалы

Применительно к сварочному производству материалы подразделяются на основные и вспомогательные.

К основным материалам относятся: прокатный металл различного сортамента, полуфабрикаты и заготовки, изготовленные в других цехах, крепежные и другие изделия, включая сварочную проволоку и электроды.

К вспомогательным материалам относятся: кислород, пропан-бутан, углекислый газ, защитные и горючие газы [15].

Таблица 5.7.4.1 – Годовые затраты на материалы

Наименование материала	Цена (₽/т)	Требуемое количество(т)	Затраты, (₽)
Основные:			
Профиль для боковины рештака	45000	1190	53550000
Днище	20000	850	17000000
Днище 2	17000	293	4981000
Вставка	18000	37,4	673200
Накладка	16500	141,36	2332440
Фланец	16000	311,2	4979200
Сварочная проволока Св-08Г2С	23000	18,45	424350
Вспомогательные:			
Углекислота	7 (₽/кг)	15054 кг	105378
Аргон	30 (₽/кг)	25291,5 кг	758730
Итого:			84805298

5.7.5 Расчет затрат на энергоресурсы

Затраты на энергоресурсы состоят из затрат на электроэнергию, воду, сжатый воздух и пар [15].

Затраты на электроэнергию в общем случае определяются по формуле:

$$S_{э} = S_{св} + S_{об} + S_{осв} , \text{ тыс. рублей} \quad (5.12)$$

где $S_{св}$ – затраты на электроэнергию при сварке, определяются по формуле[15]:

$$S_{св} = N \cdot U \cdot I \cdot t \cdot Ц_{э} / 60 , \text{ тыс. рублей} \quad (5.13)$$

где N – годовой объем производства продукции, 2000 штук;

U – напряжение дуги, В;

I – сила сварочного тока, А;

t – время горения дуги, (мин);

$Ц_{э}$ – цена 1 (кВт/ч) электроэнергии, принимается по данным предприятия 3,3 рубля.

Для полуавтоматической сварки:

$$S_{\text{св}} = \frac{2000 \cdot 25 \cdot 0,24 \cdot 39,8 \cdot 3,3}{60} = 26282 \text{ рублей.}$$

Для автоматической сварки:

$$S_{\text{св}} = \frac{2000 \cdot 30 \cdot 0,36 \cdot 27,2 \cdot 3,3}{60} = 32313 \text{ рублей;}$$

$S_{\text{об}}$ – затраты на электроэнергию для остального оборудования (шлифовальная машинка, дефектоскоп), определяются по формуле [16]:

$$S_{\text{об}} = N \cdot W \cdot t \cdot \text{Ц}_э / 60, \text{ тыс. рублей} \quad (5.14)$$

где W – эффективная мощность оборудования;

t – время работы оборудования, мин.

$$S_{\text{об}} = \frac{2000 \cdot (0,7+0,25) \cdot (60+180) \cdot 3,3}{60} = 25080 \text{ рублей;}$$

$S_{\text{осв}}$ – затрат на освещение определяются по формуле [16]:

$$S_{\text{осв}} = \frac{W_{\text{ср}} \cdot F_{\text{под}} \cdot \text{П} \cdot 1,05 \cdot \text{Ц}_э}{1000}, \text{ тыс. рублей} \quad (5.15)$$

где $W_{\text{ср}}$ – средний расход электроэнергии для освещения 1 м² площади участка цеха, включая служебные и бытовые помещения, принимается

$$W_{\text{ср}} = 21 \text{ Вт/ч;}$$

$F_{\text{под}}$ – площадь участка цеха, м²;

П - годовая осветительная нагрузка, принимается $\text{П} = 800$ часов.

$$S_{\text{осв}} = \frac{21 \cdot 648 \cdot 800 \cdot 1,05 \cdot 3,3}{1000} = 37720 \text{ рублей.}$$

Тогда:

$$S_э = 26,3 + 32,3 + 25 + 37,7 = 121,3 \text{ рублей.}$$

Затраты на сжатый воздух входят в арендную плату.

Вода в цехе расходуется только на бытовые нужды и для организации производственного процесса по сборке и сварке изделия.

Годовая потребность в воде для бытовых нужд определяется из расчета:

– для хозяйственно-питьевых нужд – 25 литров в смену на одного работающего;

– для душевых – 40 литров на процедуру на каждого работающего;

– для групповых умывальников – 3 литра на процедуру.

Таким образом:

– стоимость затрат воды на хозяйственно-питьевые нужды определяется по формуле [19]:

$$S_{x-п} = \frac{25 \cdot P \cdot K_p \cdot Ц_v}{1000}, \text{ тыс. рублей} \quad (5.16)$$

где P - количество всех работающих в цехе;

K_p - число рабочих дней в году, принимается $K_p = 212$ дней;

$Ц_v$ - стоимость 1 м³ воды, принимается по данным предприятия 19 Р/м³.

$$S_{x-п} = \frac{25 \cdot 14 \cdot 212 \cdot 19}{1000} = 1410 \text{ рублей};$$

– стоимость затрат воды на душевые определяется по следующей формуле:

$$S_d = \frac{40 \cdot P \cdot K_p \cdot Ц_v}{1000}, \text{ тыс. рублей}; \quad (5.17)$$

$$S_d = \frac{40 \cdot 14 \cdot 212 \cdot 19}{1000} = 2256 \text{ рублей};$$

– стоимость затрат воды на групповые умывальники определяется по формуле:

$$S_d = \frac{3 \cdot P \cdot K_p \cdot Ц_v}{1000}, \text{ тыс. рублей}; \quad (5.18)$$

$$S_d = \frac{3 \cdot 14 \cdot 212 \cdot 19}{1000} = 170 \text{ рублей}.$$

Оплата всех работ по ремонту, наладке оборудования, уборке территории включена в арендную плату за производственные площади.

5.7.6 Отчисления на социальные нужды

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды:

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}});$$
$$C_{\text{внеб}} = 4502400 \cdot 0,302 = 1359721 \text{ руб}$$

Отчисления на социальные нужды (30,2% от заработной платы) составляют 1359721 рублей.

5.7.7 Расчет прочих затрат

В данную категорию входят затраты на содержание и ремонт малоценных и быстроизнашивающихся предметов (они составляют 20% от суммы затрат на МБП):

$$S = 20\% \cdot 412230 = 82446 \text{ рублей.} \quad (5.22)$$

Затраты на мероприятия по социальной ответственности (принимаются в размере 3500 рублей в год на каждого работающего на участке [19]):

$$S_{\text{д}} = 3500 \cdot 14 = 49000 \text{ рублей.} \quad (5.23)$$

Затраты по этой статье приводятся в таблице 5.7.7.1

Таблица 5.7.7.1 – Прочие затраты (тыс. рублей)

Статья затрат	Величина затрат
1. Затраты на содержание и ремонт МБП	82446
2. Затраты на мероприятия по социальной ответственности	49000
Итого:	131446

5.7.8 Расчет неучтенных затрат

Неучтенные затраты принимаются в размере 5% от суммы всех предыдущих затрат [18]. Расчет их приводится в таблице 5.7.8.1

Таблица 5.7.8.1 – Затраты на изделие (тыс. рублей)

Наименование затрат	Величина затрат	Сумма затрат	Величина неучтенных затрат
1	2	3	4
1. Заработная плата основных производственных и вспомогательных рабочих	4020000	95315282	4765764
2. Амортизационные отчисления	4547700		
3. МБП	412230		
4. Расходы на основные материалы	84805299	95315282	4765764
5. Расходы на вспомогательные материалы ³	412230		
6. Расходы на энергоресурсы	121300		
7. Отчисления на социальные нужды	1359721		
8. Прочие затраты	131446		

5.7.9 Калькуляция себестоимости переходного рештака

Таблица 5.7.9.1 – Калькуляция себестоимости сварной конструкции

Наименование статей	Величина	
	На единицу	На программу
1	2	3
1. Заработная плата основных производственных и вспомогательных рабочих	2010	4020000
4. Амортизационные отчисления	2273	4547700
5. МБП	206	412230
6. Расходы на основные материалы	42402	84805299
7. Расходы на вспомогательные материалы	206	412230
8. Расходы на энергоресурсы	61	121300
9. Отчисления на социальные нужды	432	1359721
10. Прочие затраты	66	131446
11. Неучтенные затраты	2382	4765764
Себестоимость сварной конструкции	50038	100081000

5.7.10 Расчет прибыли

Устанавливается размер выручки от реализации [19]:

$$V_r = N \cdot C_{вз}, \text{ тыс. рублей} \quad (5.24)$$

где N – программа выпуска, $N = 2000$ штук;

$C_{вз}$ – назначенная стоимость единицы продукции.

$$V_r = 2000 \cdot 70000 = 140000000 \text{ рублей.}$$

Прибыль представляет собой разность между выручкой и себестоимостью изделия:

$$\Pi = 140000000 - 100081000 = 39919000 \text{ рублей} \quad (5.25)$$

Далее рассчитывается рентабельность, которая представляет собой отношение прибыли к себестоимости.

$$P = \frac{39919000}{100081000} = 0,39 \text{ или } 39,9\%. \quad (5.26)$$

Тогда чистая прибыль составит:

$$\text{ЧП} = 39919000 \text{ рублей} \quad (5.27)$$

Таблица 5.7.10.1 – Техничко - экономические показатели дипломного проекта (лист №8 графической части)

Наименование показателя	Сумма
1	2
1. Выручка от реализации при годовой программе $N=2000$ штук	140000000
2. Себестоимость продукции, (₽)	50000
2.1 Заработная плата, (₽)	4020000
2.2 Амортизация основных средств и аренда, (₽)	4547700
2.3 МБП, (₽)	412230
2.4 Материалы, (₽)	84805298
2.5 Энергоресурсы, (₽)	121300
2.6 Отчисления в бюджет, (₽)	865050
2.7 Прочие затраты, (₽)	131446
2.8 Неучтенные затраты, (₽)	4765764
3. Прибыль, (₽)	39919000
4. Рентабельность, %	39,9

5.8 Реестр рисков проекта

Идентифицированные риски проекта включают в себя возможные неопределенные события, которые могут возникнуть в проекте и вызвать последствия, которые повлекут за собой побочные эффекты, мешающие производству (таблица 5.8.1).

Таблица 5.8.1 – Реестр рисков

№	Риск	Потенциальное воздействие	Вероятность наступления (1-5)	Влияние риска (1-5)	Уровень риска*	Способы смягчения риска	Условия наступления
1	Выход из строя сварочного оборудования	Задержка в выполнении и рабочего плана	2	3	Средний	Соблюдение техники безопасности и правил эксплуатации оборудования	Некачественное оборудование. Человеческий фактор. Износ оборудования.
2	Выход из строя консольно-поворотного крана	Задержка в выполнении и рабочего плана	1	2	Средний	Соблюдение техники безопасности и правил эксплуатации оборудования	Некачественное оборудование. Человеческий фактор. Износ расходных малых частей
3	Несоблюдение технологии сборки и сварки	Появление брака	3	5	Высокий	Проверка каждого шага	Человеческий фактор

5.9 Оценка сравнительной эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности. Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки

бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Таблица 5.9.1 – Группировка затрат по статьям аналогов разработки (тыс. рублей)

Варианты исполнения аналога №	Сырье, материалы (за вычетом возвратных отходов), покупные изделия и полуфабрикаты	Спец.оборудование	Основная зп	Затраты на энергоресурсы	Отчислен в бюджет	Итого
1	86537520	2505000	3845000	125300	870600	93883400
2	86110000	2860000	3950000	123000	860000	31329000

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения. Для данного проекта и для аналогов 1 и 2 данный показатель составил 0,96, 0,93 и 1 соответственно.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\phi}^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}}$$

где I_{ϕ}^p – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения технологического проекта.

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_m^a = \sum_{i=1}^n a_i b_i^a; \quad I_m^p = \sum_{i=1}^n a_i b_i^p,$$

где I_m^p – интегральный показатель текущего проекта;

a_i – весовой коэффициент i -го параметра;

b_i^a, b_i^p – балльная оценка i -го параметра для аналога и разработки, устанавливается экспериментальным путем по выбранной шкале оценивания;

N – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы (таблицы 5.9.2).

Таблица 5.9.2 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

ПО Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог №1	Аналог №2
1. Безопасность получения	0,1	5	4	4
2. Удобство в эксплуатации (вес, габариты, гибкость)	0,15	5	3	4

Продолжение таблицы 5.9.2

3. Энергоэффективность	0,15	4	4	3
4. Эффективное качество продукции	0,20	5	2	4
5. Надежность	0,25	4	2	3
6. Материалоемкость	0,15	5	3	4
Итого:	1	4,6	2,8	3,6

$$I_{\text{ТП}} = 0,1 \cdot 5 + 0,15 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 + 0,20 \cdot 5 + 0,25 \cdot 4 + 0,15 \cdot 5 = 4,8$$

$$\text{Аналог 1} = 0,1 \cdot 4 + 0,15 \cdot 3 + 0,15 \cdot 4 + 0,20 \cdot 2 + 0,25 \cdot 2 + 0,15 \cdot 3 = 2,7$$

$$\text{Аналог 2} = 0,1 \cdot 4 + 0,15 \cdot 4 + 0,15 \cdot 3 + 0,20 \cdot 4 + 0,25 \cdot 3 + 0,15 \cdot 4 = 3,4$$

Интегральный показатель эффективности разработки ($I_{\text{финр}}^{\text{Р}}$) и аналога $I_{\text{финр}}^{\text{а}}$ определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя:

$$1. \text{ для аналога 1: } \frac{2,7}{0,96} = 2,81$$

$$2. \text{ для аналога 2: } \frac{3,4}{0,93} = 3,65$$

$$3. \text{ для разработки } \frac{4,8}{1} = 4,8$$

Сравнительная эффективность проекта:

$$1. \text{ для разработки: } \frac{4,8}{3,65} = 1,25$$

Таблица 5.9.3 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

№ п/п	Показатели	Аналог 1	Аналог 2	Разработка
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,96	0,93	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	2,7	3,4	4,8

Продолжение таблицы 5.9.3

3	Интегральный показатель эффективности	2,81	3,65	4,8
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,25		

Выводы по разделу

В ходе выполнения данного раздела выпускной квалификационной работы был проведен технико-экономический анализ проекта по разработке технологии сборки и сварки переходного рештака.

Результаты проекта могут найти практическое применение на угльных шахтах.

Построена интерактивная матрица SWOT – анализа, в которой показаны слабые и сильные стороны разрабатываемого проекта.

Составлен план исследования, в котором распределялись основные функции проекта между руководителем и студентом. Выполнен расчет бюджета научного исследования, в который вошли расходы на материалы и оборудование, амортизационные отчисления, а также заработные платы участников проекта.

По оценке ресурсоэффективности проекта, можно сделать выводы, что для текущего исследования коэффициенты энергосбережения и стоимости эксперимента выше, чем у аналогов. Из этого можно сделать вывод, что интегральный финансовый показатель будет больше, чем у аналогов исследования. Следовательно, на данный проект был вложен бюджет, величина которого могла быть меньше при проведении исследований с помощью аналогов. Был рассчитан бюджет научного исследования, который включает материальные затраты, затраты по заработной плате, амортизационные отчисления, отчисления в бюджет, затраты на энергоресурсы.

6 Социальная ответственность

В данном разделе рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места в соответствии с нормами производственной санитарии, техники производственной безопасности и охраны окружающей среды.

В данной работе разработана технология изготовления переходного рештака. Процесс изготовления проводится в сварочном цеху, находящимся в Сибири в городе Анжеро-Судженск. Основная часть работы была выполнена с использованием спроектированного нестандартного оборудования для сборки-сварки приспособления. Поэтому в данном разделе ВКР рассматриваются вопросы анализа и выявления возможных опасных и вредных факторов на рабочем месте работников цеха. Площадь занимаемого помещения составляет 540 м², на которых располагаются 9 основных рабочих.

Под проектированием рабочего места понимается целесообразное пространственное размещение в горизонтальной и вертикальной плоскостях функционально взаимосвязанных средств производства (оборудования, оснастки, предметов труда и др.), необходимых для осуществления трудового процесса.

При проектировании рабочих мест должны быть учтены освещенность, температура, влажность, давление, шум, наличие вредных веществ, электромагнитных полей и другие санитарно-гигиенические требования к организации рабочих мест.

При проектировании цеха необходимо уделить внимание и охране окружающей среды, а в частности, организации безотходного производства.

Также необходимо учитывать возможность чрезвычайных ситуаций. Так как завод находится в Сибири, наиболее типичной ЧС является мороз. Так же, в связи с неспокойной ситуацией в мире, одной из возможных ЧС может быть диверсия.

6.1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

В здании, где находятся различные электроустановки, а также используется аргон в качестве исходного продукта, могут быть наличие следующих вредных факторов:

- а) не комфортных метеоусловий;
- б) вредных веществ;
- в) производственного шума;
- г) недостаточной освещенности;
- д) электромагнитного излучения, а также опасные факторы:
 - 1) электроопасность;
 - 2) пожароопасность.

6.1.1 Электромагнитные поля в производственных помещениях

В производстве используется сварочное оборудование. Таким образом, при организации безопасности труда, необходимо учитывать воздействие электромагнитных полей на организм человека.

Электромагнитное излучение, воздействуя на организм человека в дозах, превышающих допустимые, может являться причиной профессиональных заболеваний. В результате возможны изменения нервной, иммунной, сердечно-сосудистой, половой и других систем организма человека.

В процессе длительного пребывания в зоне действия электромагнитных полей наступают преждевременная утомляемость, сонливость или нарушение сна, появляются частые головные боли. При систематическом облучении наблюдаются стойкие нервно-психические заболевания, изменение кровяного давления, замедление пульса, трофические заболевания (выпадение волос, ломкость ногтей). При этом наблюдается вялость, снижение точности рабочих движений, возникновение болей в сердце.

Предельно допустимые уровни облучения (по СанПиН 2.2.4.1191-03):

При 8-часовой работе ПДУ магнитного поля составляет 10 мкВт/см^2 при 8-часовой работе, при 2-часовой работе – $10\text{-}100 \text{ мкВт/см}^2$, а при 20-минутной работе $> 100 \text{ мкВт/см}^2$.

Исходя из исследования [20], безопасным расстоянием от токоведущего кабеля до жизненно важных органов сварщика являются расстояния 0,1; 0,25 и

0,35 м при токах 200, 300 и 400 А соответственно. Экспериментальные исследования показали, что индукция поля вблизи корпуса выпрямителя ВДУ-506 при токах до 400 А на порядок ниже ПДУ. Это связано с тем, что выпрямитель экранируется металлическим корпусом.

Защита человека от опасного воздействия электромагнитного излучения осуществляется следующими способами:

СКЗ

- защита временем;
- защита расстоянием;
- снижение интенсивности излучения непосредственно в самом источнике излучения;
- экранирование источника заземленным металлическим ограждением;

СИЗ

Применение средств индивидуальной защиты (СИЗ), которые включают в себя

- Очки из металлической решетки и специальная одежда, выполненная из металлизированной ткани (кольчуга).

При этом следует отметить, что использование СИЗ возможно при кратковременных работах и является мерой аварийного характера. Ежедневная защита обслуживающего персонала должна обеспечиваться другими средствами.

Экранирование источника излучения и рабочего места осуществляется специальными экранами по ГОСТ 12.4.154.

К средствам защиты от статического электричества и электрических полей промышленной частоты относят комбинезоны, очки, спецобувь, заземляющие браслеты, заземляющие устройства, устройства для увлажнения воздуха, антиэлектростатические покрытия и пропитки, нейтрализаторы статического электричества [21].

6.1.2 Производственный шум

Вентиляция производственных помещений предназначена для уменьшения запыленности, задымленности и очистки воздуха от вредных выделений производства, а также для сохранности оборудования. Она служит одним из главных средств оздоровления условий труда, повышения производительности и предотвращения опасности профессиональных заболеваний. Система вентиляции обеспечивает снижение содержания в воздухе помещения пыли, газов до концентрации, не превышающей ПДК.

Проветривание помещения проводят, открывая форточки. Проветривание помещений в холодный период года допускается не более однократного в час, при этом нужно следить, чтобы не было снижения температуры внутри помещения ниже допустимой. Воздухообмен в помещении можно значительно сократить, если улавливать вредные вещества в местах их выделения, не допуская их распространения по помещению. Для этого используют приточно-вытяжную вентиляцию. Кратность воздухообмена не ниже 3.

Предельно допустимый уровень (ПДУ) шума - это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Соблюдение ПДУ шума не исключает нарушения здоровья у сверхчувствительных лиц.

Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002 [22]. Максимальный уровень звука постоянного шума на рабочих местах не должно превышать 82 дБА. В нашем случае этот параметр соответствовал значению 75 дБА.

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть СКЗ и СИЗ.

СКЗ

- устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования;
- изоляция источников шума от окружающей среды средствами звуко- и виброизоляции, звуко- и вибропоглощающие материалы;
- применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения;

СИЗ

- применение спецодежды, спецобуви и защитных средств органов слуха: наушники, беруши, антифоны.

6.1.3 Освещенность рабочей зоны

При правильно рассчитанном и выполненном освещении производственных помещений глаза работающего персонала в течение продолжительного времени сохраняют способность хорошо различать предметы и орудия труда, не утомляясь. Производственное освещение должно быть равномерным и устойчивым, иметь правильное направление светового потока, исключать слепящее действие света и образование резких теней. Естественное освещение какой-либо точки в помещении характеризуется коэффициентом естественной освещенности, и является предпочтительным для помещений с постоянным пребыванием людей [23].

В связи с тем, что естественного освещения бывает недостаточно и с учетом, например, круглосуточного графика работы, необходимо применять общее искусственное освещение.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен. Длина помещения $A = 30$ м, ширина $B = 18$ м, высота = 18 м. Высота рабочей поверхности над полом $h_p = 1$ м. Согласно СП 52.13330.2011 [23] необходимо создать освещенность не ниже 150 лк, в соответствии с разрядом зрительной работы.

Площадь помещения:

$$S = A \times B,$$

где A – длина, м;

B – ширина, м.

$$S = 30 \times 18 = 540 \text{ м}^2$$

Коэффициент отражения свежепобеленных стен с окнами, без штор $r_C=50\%$, свежепобеленного потолка $r_{П}=70\%$. Коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника, для помещений с малым выделением пыли равен $KЗ = 1,5$. Коэффициент неравномерности для люминесцентных ламп $Z = 1,1$.

Выбираем лампу тёпло-белого света ЛД 65, световой поток которой равен ФЛД = 3750 Лм.

Выбираем светильники с люминесцентными лампами типа ОДОР-2-80. Этот светильник имеет две лампы мощностью 40 Вт каждая, длина светильника равна 1531 мм, ширина – 266 мм.

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина l , которая для люминесцентных светильников с защитной решёткой лежит в диапазоне 1,1–1,3 [24]. Принимаем $l=1,1$, расстояние светильников от перекрытия (свес) $h_c = 1$ м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = h_n - h_p,$$

где h_n – высота светильника над полом, высота подвеса,

h_p – высота рабочей поверхности над полом.

Наименьшая допустимая высота подвеса над полом для двухламповых светильников ОДОР: $h_n = 4$ м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = H - h_p - h_c = 9,6 - 1 - 4 = 4,6 \text{ м}$$

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле [24]:

$$L = \lambda \cdot h = 1,1 \cdot 4,6 \sim 5 \text{ м}$$

Число рядов светильников в помещении:

$$N_b = B/L = 18/5 = 3,6 \Rightarrow 4$$

Число светильников в ряду:

$$N_a = A/L = 30/5 = 6$$

Общее число светильников:

$$N = 2 \cdot N_a \cdot N_b = 2 \cdot 4 \cdot 6 = 48$$

Расстояние от крайних светильников или рядов до стены определяется из уравнения:

$$L = N_a \cdot L_1 + 2/3 \cdot L_1 + N \cdot L_{lam};$$

$$L = L - N \cdot L_{lam} \cdot N_a + 2/3;$$

$$L_1 = \frac{18000 \text{ мм} - 48 \cdot 266 \text{ мм}}{3 + 2/3} = 4618 \text{ мм} \text{ — расстояние вдоль цеха}$$

$$L_1 = \frac{30000 \text{ мм} - 6 \cdot 1531 \text{ мм}}{5} = 3673 \text{ мм} \text{ — расстояние от торцов}$$

Размещаем светильники в четыре ряда. На рисунке 6.1 изображен план помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами.

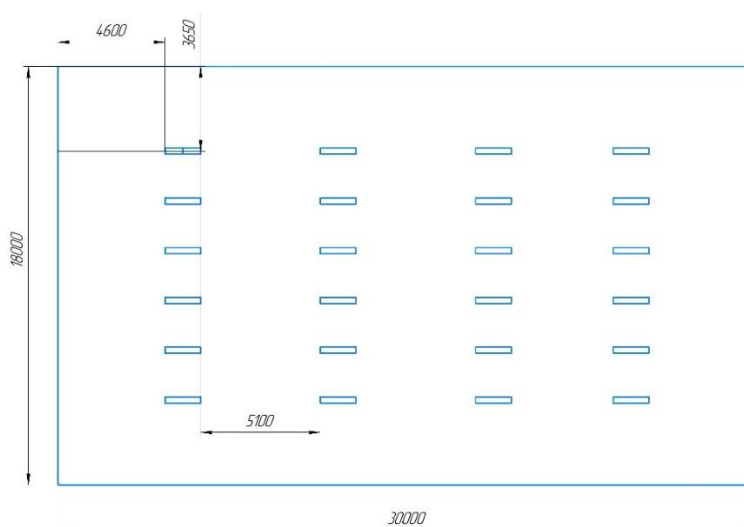


Рисунок 6.1 – План помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами

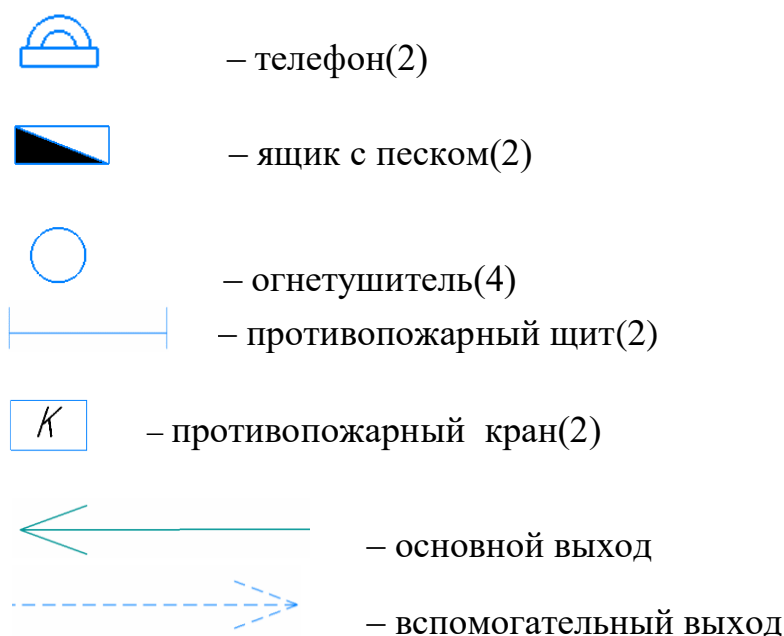
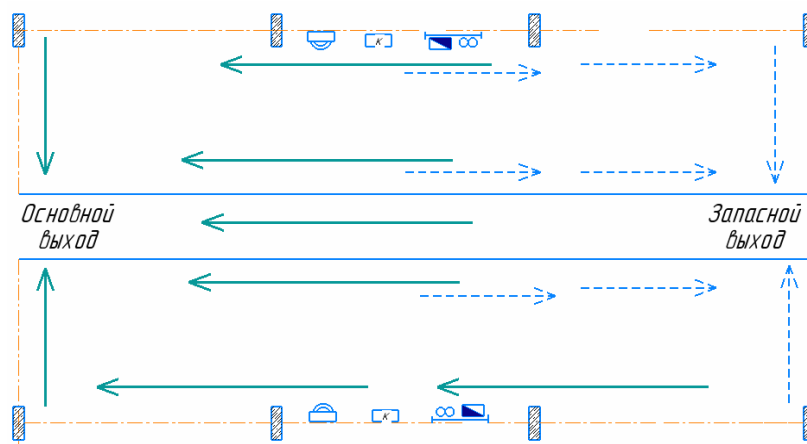


Рисунок 6.2 – План эвакуации

Индекс помещения определяется по формуле [24]:

$$i = A \cdot B / h \cdot (A + B) = 18 \cdot 30 / 4,6 \cdot (15 + 30) = 2,6$$

Коэффициент использования светового потока, показывающий какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность, для светильников типа ОДОР с люминесцентными лампами при $r_{\Pi} = 70 \%$, $r_{C} = 50\%$ и индексе помещения $i = 2,6$ равен $\eta = 0,53$.

Потребный световой поток группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{п}} = E \cdot A \cdot B \cdot K_3 \cdot Z / N \cdot \eta = 200 \cdot 30 \cdot 18 \cdot 1,5 \cdot 1,1 / 90 \cdot 0,53 = 3736 \text{ лм}$$

Делаем проверку выполнения условия [24]:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{лд}} - \Phi_{\text{п}}}{\Phi_{\text{лд}}} \cdot 100\% \leq 20\%;$$

$$\frac{3750 - 3736}{3750} \cdot 100\% = 0,37\%$$

Таким образом: $-10\% \leq 0,37\% \leq 20\%$, необходимый световой поток светильника не выходит за пределы требуемого диапазона.

Итак, рационально устроенное освещение создает достаточную равномерную освещенность производственного помещения, сохраняет зрение рабочего персонала, уменьшает травматизм, позволяет повышать производительность труда, влияет на уменьшение процента брака и улучшение качества .

Освещение рабочей поверхности и помещения в целом достигается равномерным размещением светильников, при котором на рабочей поверхности отсутствуют резкие тени.

6.1.4 Микроклимат в помещении

Микроклимат в производственных условиях определяется следующими параметрами:

- 1) температура воздуха;
- 2) относительная влажность воздуха;
- 3) скорость движения воздуха.

При высокой температуре воздуха в помещении кровеносные сосуды кожи расширяются, происходит повышенный приток крови к поверхности тела, и выделение тепла в окружающую среду значительно увеличивается. При низкой температуре окружающего воздуха реакция человеческого организма иная:

кровеносные сосуды кожи сужаются, приток крови к поверхности тела замедляется, и теплоотдача конвекцией и излучением уменьшается. Таким образом, для теплового самочувствия человека важно определенное сочетание температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне.

Повышенная влажность воздуха ($\varphi > 85\%$) затрудняет терморегуляцию организма, т.к. происходит снижения испарения пота, а пониженная влажность ($\varphi < 20\%$) вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей.

Оптимальные и допустимые показатели температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 1 (ГОСТ 12.1.005-88) [25].

Для обеспечения оптимальных и допустимых показателей микроклимата в холодный период года следует применять средства защиты рабочих мест от остекленных поверхностей оконных проемов, чтобы не было охлаждения. В теплый период года необходимо предусмотреть защиту от попадания прямых солнечных лучей.

Работы делятся на три категории тяжести на основе общих энергозатрат организма. Работа, относящаяся к инженерам – разработчикам, относится к категории легких работ. Допустимые значения микроклимата для этого случая даны в таблице.

Технологический процесс изготовления переходного рештака включает операции сборки и сварки отдельных подузлов, узлов и общую сборку и сварку. Сварные швы выполняются с использованием автоматической сварки под слоем флюса, ручной дуговой сварки и полуавтоматической сварки в среде защитных газов $Ar(75\%)$ и $CO_2(25\%)$. Рабочие места в цеху соблюдены согласно с техникой безопасности на предприятии.

В соответствии с этим на основании ГОСТ 12.1.005-88 оптимальными параметрами для цеха будут [25]:

а) в холодный и переходный период:

- температура 18-20⁰С;
- относительная влажность 60-40%;
- скорость движения воздуха 0,2 м/с.

б) в теплый период:

- температура 21-23⁰С;
- относительная влажность 60-40%;
- скорость движения воздуха 0,3 м/с.

Осуществление параметров микроклимата достигается с помощью вентиляции с сосредоточенной подачей подогретого воздуха.

6.2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

6.2.1 Факторы электрической природы

Электробезопасность представляет собой систему организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статистического электричества.

Электроустановки классифицируют по напряжению: с номинальным напряжением до 1000 В (помещения без повышенной опасности), до 1000 В с присутствием агрессивной среды (помещения с повышенной опасностью) и свыше 1000 В (помещения особо опасные).

В отношении опасности поражения людей электрическим током различают [27]:

1. Помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность.

2. Помещения с повышенной опасностью, которые характеризуются наличием в них одного из следующих условий, создающих повышенную опасность: сырость, токопроводящая пыль, токопроводящие полы

(металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т.п.), высокая температура, возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям, технологическим аппаратам, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования - с другой.

3. Особо опасные помещения, которые характеризуются наличием оборудования свыше 1000 В и до 1000 В при наличии двух и более из следующих условий, создающих особую опасность: особой сырости, химически активной или органической среды, одновременно двух или более условий повышенной опасности.

Территории размещения наружных электроустановок в отношении опасности поражения людей электрическим током приравниваются к особо опасным помещениям.

Наш цех будет относиться к помещению с повышенной опасностью поражения электрическим током. В помещении применяются следующие меры защиты от поражения электрическим током: недоступность токоведущих частей для случайного прикосновения, все токоведущие части изолированы. Недоступность токоведущих частей достигается путем их надежной изоляции, применения защитных ограждений (кожухов, крышек, сеток и т.д.).

Слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками применяют при выполнении работ под напряжением 220/380 В [28]. Обычно используют односторонние гаечные ключи, отвертки, плоскогубцы, кусачки, ножи с изолирующими рукоятками. Изоляция рукояток инструмента, изготовленная из пластмассы, является основным средством защиты.

Дополнительными электрозащитными средствами являются диэлектрические галоши (боты), сапоги, диэлектрические резиновые коврики, дорожки и изолирующие подставки. Диэлектрические боты, галоши и сапоги применяют для изоляции человека от основания, на котором он стоит [29]. Боты применяют в электроустановках любого напряжения, а галоши и сапоги — только при напряжении до 1000 В. Диэлектрические коврики и дорожки — это

изолирующие основания. Их применяют в закрытых электроустановках любого напряжения. Изолирующие подставки также изолируют человека от грунта или пола. В электроустановках напряжением до 1000 В изолирующие подставки выполняют без фарфоровых изоляторов, а выше 1000 В – обязательно на фарфоровых изоляторах.

6.2.2 Факторы пожарной и взрывной природы

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1 - В4, Г и Д, а здания - на категории А, Б, В, Г и Д. По пожарной опасности наружные установки подразделяются на категории Ан, Бн, Вн, Гн и Дн.

Согласно НПБ 105-03 ремонтный цех относится к категории Г - негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени; горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива

По степени огнестойкости данное помещение относится к 1-й степени огнестойкости по СНИП 2.01.02-85 (выполнено из кирпича, которое относится к трудно сгораемым материалам) [30]. Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера.

Причина возникновения пожара неэлектрического характера: халатное неосторожное обращение с огнем (оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

Для устранения причин возникновения и локализации пожаров в помещении лаборатории должны проводиться следующие мероприятия:

- а) использование только исправного оборудования;
- б) проведение периодических инструктажей по пожарной безопасности;
- д) отключение электрооборудования, освещения и электропитания при предполагаемом отсутствии обслуживающего персонала или по окончании работ;
- е) курение в строго отведенном месте;
- ж) содержание путей и проходов для эвакуации людей в свободном состоянии.

Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды.

Огнетушители водо-пенные (ОХВП-10) используют для тушения очагов пожара без наличия электроэнергии. Углекислотные (ОУ-2) и порошковые огнетушители предназначены для тушения электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 В. Кроме того, порошковые применяют для тушения документов.

Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется переносной порошковый огнетушитель, например, ОП-5.

В общественных зданиях и сооружениях на каждом этаже должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,35 м. Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, переходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей.

Здание должно соответствовать требованиям пожарной безопасности, а именно, наличие охранно-пожарной сигнализации, плана эвакуации, порошковых или углекислотных огнетушителей с поверенным клеймом, табличек с указанием направления к запасному (эвакуационному) выходу, ниже

приведен план участка с пожарными щитами в случае ЧС также в случае ЧС сотрудникам необходимо добраться до ближайшего пункта сбора [30].

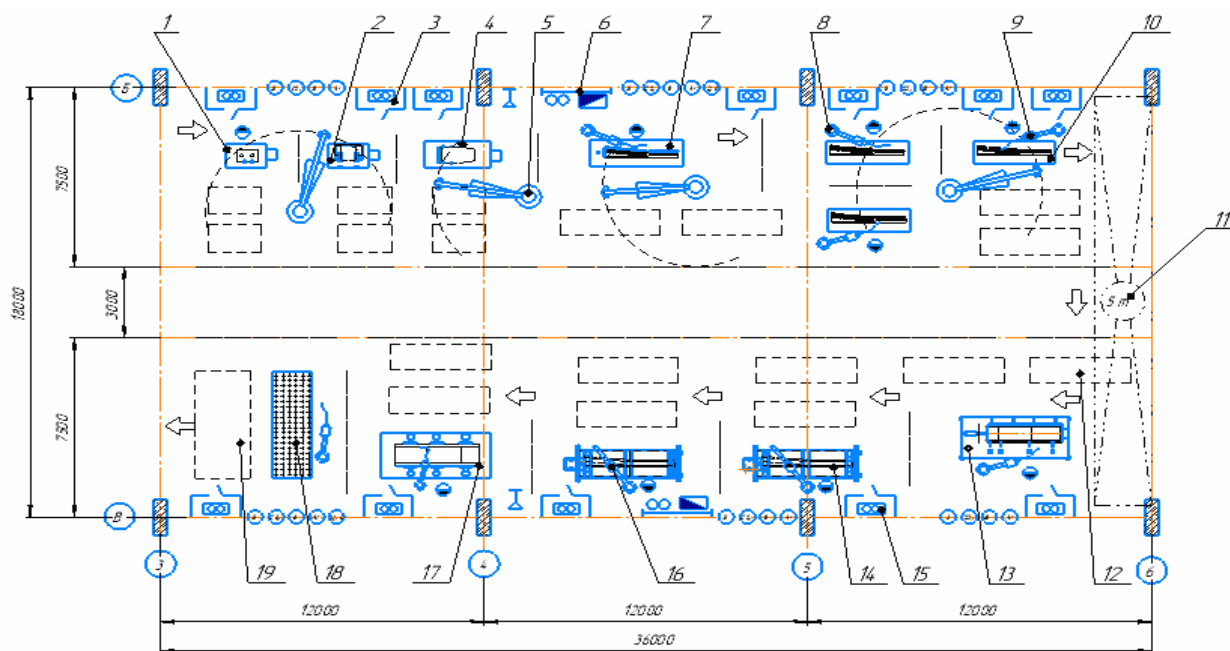


Рисунок 6.3 – План участка цеха:

- 1 – Стол для сварки-сварки подузла 1; 2 – Стол для сварки-сварки подузла 2;
- 3 – Источник питания МАГМА 350; 4 – Стол для сборки-сварки узла 2;
- 5 – Консольно-поворотный кран; 6 – Пожарный щит; 7 – Стол для сборки узла 1;
- 8 – Колонна поворотная; 9 – Блок подачи проволоки; 10 – Стол для сварки узла 1;
- 11 – Мостовой кран г/п 5 т; 12 – Складское место; 13 – Стол для сборки подузла 3;
- 14 – Кольцевой контователь ; 15 – Выпрямитель ВДУ 506С;
- 16 – Сварочный автомат А-1406; 17 – Стенд для общей сборки-сварки;
- 18 – Стол для исправления дефектов; 19 – Склад готовой продукции

6.3 Охрана окружающей среды

Охрана окружающей среды – это комплексная проблема и наиболее активная форма её решения – это сокращение вредных выбросов промышленных предприятий через полный переход к безотходным или малоотходным технологиям производства.

Для перехода к безотходным производствам в ремонтном цеху необходимо осуществлять сбор (установить контейнеры с обозначенным предназначением), сортировку и прессовку металлолома, огарков с последующей транспортировкой в перерабатывающие предприятия. Также с помощью промышленных пылесборников собрать пыль, и упаковать её и транспортировать на ближайший строительный объект [31].

Вышедшие из работы лампы, подлежащие переработке, необходимо собирать в коробки (до установленного объема) для транспортировки на перерабатывающее предприятие.

Так же необходимо позаботиться о отдельных контейнерах для отходов бытового характера: отдельные мусорные баки для бумаги, стекла, металлических частей, пластика. Необходимо заключить договор с компанией, вывозящей мусор, чтобы она обеспечивала доставку разделенных отходов фирмам, занимающимся переработкой отходов.

6.4 Защита в ЧС

Производство находится в городе Томске с континентально-циклоническим климатом. Природные явления (землетрясения, наводнения, засухи, ураганы и т. д.), в данном городе отсутствуют.

Возможными ЧС на объекте в данном случае, могут быть сильные морозы и диверсия.

Для Сибири в зимнее время года характерны морозы. Достижение критически низких температур приведет к авариям систем теплоснабжения и жизнеобеспечения, приостановке работы, обморожениям и даже жертвам среди населения. В случае переморозки труб должны быть предусмотрены запасные обогреватели на газе (с катализатором). Их количества и мощности должно хватать для того, чтобы работа на производстве не прекратилась. На предприятии должен находиться 3-дневный запас воды на всех сотрудников.

В случае отсутствия электроэнергии должны быть предусмотрены генераторы энергии (на дизеле), а также генераторы, способные поддерживать стабильное питание сварочного оборудования.

В сильные морозы возможен выход из строя транспорта. В гаражном парке должны находиться запасные автобусы и микроавтобусы. Также для перевозки людей в удаленные районы нужно предусмотреть менее габаритные автомобили, способные работать в сильные морозы.

Чрезвычайные ситуации, возникающие в результате диверсий, возникают все чаще.

Зачастую такие угрозы оказываются ложными. Но случаются взрывы и в действительности.

Для предупреждения вероятности осуществления диверсии предприятие необходимо оборудовать системой видеонаблюдения, круглосуточной охраной, пропускной системой, надежной системой связи, а также исключения распространения информации о системе охраны объекта, расположении помещений и оборудования в помещениях, системах охраны, сигнализаторах, их местах установки и количестве. Должностные лица раз в полгода проводят тренировки по отработке действий на случай экстренной эвакуации.

6.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

1. ГОСТ 54 30013-83 Электромагнитные излучения СВЧ. Предельно допустимые уровни облучения. Требования безопасности

2. ГОСТ 12.4.154-85 “ССБТ. Устройства экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты”

3. ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны

4. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 "Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ)".

5. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

6. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.

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

8. ГОСТ 12.4.123-83. Средства коллективной защиты от инфракрасных излучений. Общие технические требования.

9. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

10. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление. 11. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.

ГОСТ 12.2.037-78. Техника пожарная. Требования безопасности 12. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к качеству атмосферного воздуха

13. ГОСТ 30775-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов.

14. СНиП 21-01-97. Противопожарные нормы.

15. ГОСТ 12.4.154. Система стандартов безопасности труда. Устройства экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты. Общие технические требования, основные параметры и размеры

16. СНиП 23-05-95 "Естественное и искусственное освещение"

Графические материалы:

- 1) Освещенность на рабочем месте
- 2) План участка
- 3) План эвакуации

Заключение

В данной ВКР были изучены назначения, конструктивные особенности и условия работы переходного рештака.

Проанализирован существующий технологический процесс изготовления переходного рештака. Произведен критический анализ, разработаны предложения по улучшению технологического процесса изготовления переходного рештака. Основываясь на недостатках существующего технологического процесса, был спроектирован новый технологический процесс.

Так же проведена разработка специализированных рабочих мест и расчет нестандартных приспособлений для сборки и сварки узлов, позволяющих с определенной точностью выполнять сборку-сварку узлов с минимальной затратой времени. Осуществлен подбор нового оборудования, отвечающего современным требованиям по качеству выполняемой работы и экономичного в эксплуатации. Произведен расчет режимов полуавтоматической и автоматической сварки в смеси защитных газов $\text{CO}_2(75\%)+ \text{Ar}(25\%)$. Проведен анализ опасных и вредных производственных факторов сборочно-сварочных работ. При проектировании технологического процесса были учтены требования техники безопасности, мер пожарной безопасности в цеху. Разработан перечень мероприятий по снижению вредных и опасных производственных факторов с расчетом вентиляции в цеху.

В ВКР рассмотрен анализ состояния окружающей среды завода-изготовителя, произведен подробный расчет выбросов вредных веществ в окружающую среду при изготовлении переходного рештака, перечислены отходы производства и меры по утилизации и ликвидации отходов.

Проведен экономический анализ с расчетом годовой программы выпуска изделий, количества работающих и рабочих мест, а так же себестоимости изделия. В результате анализа выяснилось, что при рентабельности в 39,9% чистая прибыль составляет более 39 миллионов руюлей в год.

При выполнении ВКР были приобретены навыки самостоятельного решения технологических вопросов, использования существующих методик расчета сварных узлов и конструкции в целом, использования нормативных документов, ГОСТов и других справочных материалов.

Список использованных источников

1. А. Г. Потапьевский, Сварка в защитных газах плавящимся электродом, 1974. – 63 с.
2. Добыча угля. Основные показатели [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://minenergo.gov.ru/node/435> Загл. с экрана;
3. В.Г. Сорокин, А.В. Волосникова, С.А. Вяткин и др; под общ. Ред. В.Г. Сорокина. Марочник сталей и сплавов. Москва, Машиностроение, 1989.
4. А.И. Красовский Основы проектирования сварочных цехов. Издание 4-е, переработанное. Москва, Машиностроение, 1980. – 98 с.
5. Анурьев В.И. Справочник конструктора машиностроителя. Том 1, 2, 3. Издание 8-е переработанное и дополненное. Под редакцией Жестковой И.Н. Машиностроение 2001. – 131 с.
6. Д.Л. Глизманенко. Сварка и резка металлов. Учебник для проф.-тех. Училищ. Москва, Высшая школа, 1974. – 54 с.
7. А.Д. Гитлевич, Л.А. Этингоф. Механизация и автоматизация сварочного производства. Издание 2-е, переработанное. Москва, Машиностроение, 1970. – 117 с.
8. Е.В. Рыморов. Новые сварочные приспособления. – Л.: Стройиздат, Ленингр. отд-ние, 1988.
9. А.Н. Серенко, М.Н. Крумбольдт, К.В. Багрянский. Расчет сварных соединений и конструкций. Примеры и задачи. Киев, «Вища школа», 1977, 336с.
10. С.А. Чернова, В.И. Боченин. И. А. Бартенев. Методические указания к техническому нормированию технологических процессов в сварочных цехах. Караганда, КарГТУ, 2007.
11. Волченко В.Н. Контроль качества сварных конструкций: Учебник для техникумов по специальности «Контроль качества сварных конструкций». – М.: Машиностроение, 1986. – 152с., ил.
12. С.А. Куркин, В.М.Ховов, А.М. Рыбачук. Технология, механизация и автоматизация производства стальных конструкций: Атлас: Учебное пособие

для студентов машиностроительных специальностей вузов. Машиностроение 1989 г. – 84 с.

13. Угольная промышленность России. Добыча полезных ископаемых в России [Электронный ресурс] – режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Угольная_промышленность_России Загл. с экрана;

14. Общемашиностроительные нормативы времени на слесарно-сборочные работы при сборке металлоконструкций под сварку [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://sudact.ru/law/obshchemashinostroitelnye-normativy-vremeni-na-slesarno-sborochnye-raboty-pri-obshchemashinostroitelnye-normativy/normativnaia-chast/normativy-vremeni-na-osnovnye-operatsii/> Загл. с экрана;

15. Шигаев Т.Г., Аубакирова Г.М. Методические указания по технико-экономическому обоснованию дипломных проектов студентов специальности «Оборудование и технология сварочного производства» (очных и заочных форм обучения). Караганда 2007.

16. Грачева К.А. Организация и экономика сварочного производства. – М.: Машиностроение, 1980, 36 с.

17. Техничко-экономическое обоснование дипломных проектов: Учеб. пособие для втузов /Под ред. В.К. Беклешова. - М.: Высшая школа, 1991. – 133 с.

18. Производственный менеджмент. Управление предприятием: Учеб. пособие / С.А. Пелих, А. И. Гоев, М. И. Плотницкий и др. ;Под ред. проф. С. А. Пелиха. – М.: Экономика. 2005. – 59 с.

19. Афонин И. В. Управление развитием предприятия: Стратегический менеджмент, инновации, инвестиции, цены: Учебное пособие. –М.: Издательско-торговая корпорация “Дашков и К “, 2002. – 41 с.

20. ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.»

21. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 "Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы" (с изменениями на 21 июня 2016 года)
22. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности
23. СанПиН 2.2.4.3359–16. Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах.
24. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95
25. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ. Рекомендовано в качестве практикума Редакционно-издательским советом Томского политехнического университета. – Томск Издательство Томского политехнического университета 2009 – 101с.
26. ГОСТ Р 2.2.2006–05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.
27. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны
28. ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
29. СанПиН 2.2.4.1191-03 Электромагнитные поля в производственных условиях.
30. ППБ 01-03. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации.
31. Охрана окружающей среды: Учеб для техн. вузов / С.В. Белов, Ф.А. Барбинов, А.Ф. Козьяков и др.; Под ред. С.В. Булова, 2-е изд., испр. и доп. – М.: Высш. шк., 1991. – 319 с.

Приложение А

Технические характеристики применяемого оборудования

Таблица А1 – Технические характеристики подвесного сварочного автомата А-1406 для автоматической сварки в среде смеси защитных газов CO₂(75%)+Ar(25%) с использованием сварочного выпрямителя ВДУ-506У3

Параметры	Значения
Номинальное напряжение питающей сети, В	380
Частота тока питающей сети, Гц	50
Номинальный сварочный ток при ПВ=60%, А	500
Количество электродов, штук	1
Диаметр электродной проволоки, мм: сплошной	1,2 - 2,0 2,0 - 5,0
порошковой	2,0 - 3,0
Пределы плавного регулирования скорости подачи электродной проволоки, м/ч	17 - 553
Вертикальное перемещение сварочной головки: ход, мм	500
скорость, м/ч	29,4
Поперечное перемещение сварочной головки: ход, мм	±70
скорость, м/ч	от руки
Регулировка угла наклона электрода (мундштука), град	±30 ручное
Амплитуда колебания электрода при наплавке порошковой проволокой диаметром до 3 мм, мм	10 - 70
Расход защитного газа, л/мин	15-25
Масса, кг: - сварочной головки	185
- источника питания	275
Габаритные размеры, мм: - сварочной головки	600×300×1030
- источника питания	805×600×1030

Приложение А

Технические характеристики применяемого оборудования

Таблица А2 – Технические характеристики сварочного выпрямителя для механизированной сварки в среде защитных газов ВДУ-506УЗ

Параметры	Значения
Номинальное напряжения питающей сети, В	380
Частота тока питающей сети, Гц	50
Номинальный сварочный ток при ПВ=60%, А	500
Пределы регулирование сварочного тока, А	60-500
Пределы регулирование напряжение дуги, В	18-50
Активная эквивалентная потребляемая мощность из сети, кВт	18
Напряжение холостого хода, В	85
Масса, кг	275
Габаритные размеры, мм	805x600x1030

Таблица А3– Технические характеристики электродвигателя АИР 250S2

Двигатель	Мощность	Об/мин	Ток при 380В А	КПД, %	Коэф. мощн.	Ip/In	Mп/Мн	Mmax/Мн	Момент инерции кгм ²	Масса, кг
АИР250S2	75 кВт	2975	134,6	93	0,91	7,0	2,0	2,3	0,3500	425

Таблица А4 – Технические характеристики частотного преобразователя Hyundai N300P 750HF

Модель	Номинальный ток эл.двигателя, А	Напряжение эл.двигателя, В	Мощность эл.двигателя, кВт	Габариты (ШxВxД), мм	Масса, кг
N300P 750HF	135	380	75	390x550x250	30

Приложение А

Технические характеристики применяемого оборудования

Таблица А5 – Технические характеристики инверторного сварочного полуавтомата ФЕБ Магма 350

Параметры	Значения
Номинальный сварочный ток при температуре воздуха +25°C. Полуавтоматический режим: -при ПВ равном 60% -при ПВ равном 100%	350 А 300 А
Пределы регулирования сварочного тока, А	50-350
Напряжение холостого хода, В	85 +/- 5
Напряжение питающей сети, В	300-500
Частота питающей сети, Гц	50-60
Номинальная мощность, потребляемая от сети, кВт	14
Степень защиты по ГОСТ 14254-80 По заказу	IP21 IP 23
Климатическое исполнение по ГОСТ15150-69	У3
Коэффициент полезного действия, %	не менее 92
Напряжение питания для подключаемых — блока подачи проволоки — подогревателя газа	24 В, 125 Вт 36 В, 125 Вт
Габаритные размеры (ДхШхВ), мм — без ограждения — с ограждением	480x200x360 550x255x390
Масса, кг — без ограждения — с ограждением	20,5 22,1

Приложение А

Технические характеристики применяемого оборудования

Таблица А6 – Технические характеристики блока подачи проволоки
ФЕБ 09 ФОРТ

Номинальное напряжение питающей сети, В	24
Диаметр электрода (проволоки), мм	0,8-1,6
Номинальный ток, А	315
Скорость подачи проволоки, м/мин	0-18
Диаметр катушки, мм	200-300
Мощность мотора редуктора, Вт	95
Количество роликов, шт	4
Точность установки скорости, %	1
Габаритные размеры	750x530x915

Таблица А7 – Технические характеристики колонны поворотной для
сварочного полуавтомата

Параметры	Значения
Высота до подающих роликов, мм	1065-2265
Наибольший вылет стрелы, м	3,5
Скорость подъема, м/мин	0,6
Масса колонны с бухтой и механизмом подачи, кг	503

Таблица А8 – Технические характеристики электрической угловой
шлифмашины АGRВ-2301

Параметры	Значения
Диаметр шлифовальных дисков, мм	230
Мощность на шпинделе, Вт	2300
Вращающий момент, Нм	14
Холостые обороты, мин ⁻¹	6000
Масса, кг	3,25

Приложение А

Технические характеристики применяемого оборудования

Таблица А9 – Технические характеристики пневматических цилиндров двухстороннего действия с односторонним штоком на давление до 1МПа ГОСТ 15608-81

Диаметр, (мм)		Статическое усилие на штоке, Н, не менее			
Цилиндра D	Штока d	толкающее	тянущее	толкающее	тянущее
		При давлении, МПа			
		0,63		1,0	
40	14	620	560	1020	900
63	18	1550	1450	2600	2350
80	25	2750	2460	4300	3900
100	25	4300	4000	6750	6350
125	32	6700	6200	10600	9900

Таблица А10 – Технические характеристики ультразвукового дефектоскопа PowerBox H

Параметры	Значения
Частота ультразвуковых колебаний, МГц	0,1-6
Диапазон контролируемых толщин (прямым ПЭП по стали), мм	3 -5000
Диапазон регулировки чувствительности, дБ	100 с шагом 1
Экран, мм	Жидкокристаллический (с подсветкой): 120x64
Параметры сетевого адаптера:	
Напряжение питания переменного тока, В	220±22
Выходное напряжение постоянного тока, В	24,0
Максимальный выходной ток, А	3,0
Максимальный потребляемый ток, А, не более	0,55
Время непрерывной работы от встроенной NiMH аккумуляторной батареи, ч, не менее	7
Номинальное значение напряжения встроенной NiMH аккумуляторной батареи, В	12,0
Время полного заряда встроенной NiMH аккумуляторной батареи, ч, не более	5
Число циклов разрядов/заряда встроенной NiMH аккумуляторной батареи, не менее	800

Приложение В

1. Purpose, design features and working conditions of the transition pan

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ВМ81	Синютюч Ольга Викторовна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор ОЭИ	Киселев Алексей Сегреевич	к.т.н., профессор		

Консультант – лингвист отделения иностранных языков ШБИП:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОИЯ	Марцева Татьяна Александровна	к. филол. н.		

1 Purpose, design features and working conditions of the transition pan

1.1 Field of application and purpose of transition pan

The transition pan is a key element of panline conveyor serving as the binding sections of powered roof supports.

The transition pan is a solid welded structure, in the form of a metal gutter which is used to carry out the delivery of bulk solids (rocks, minerals).

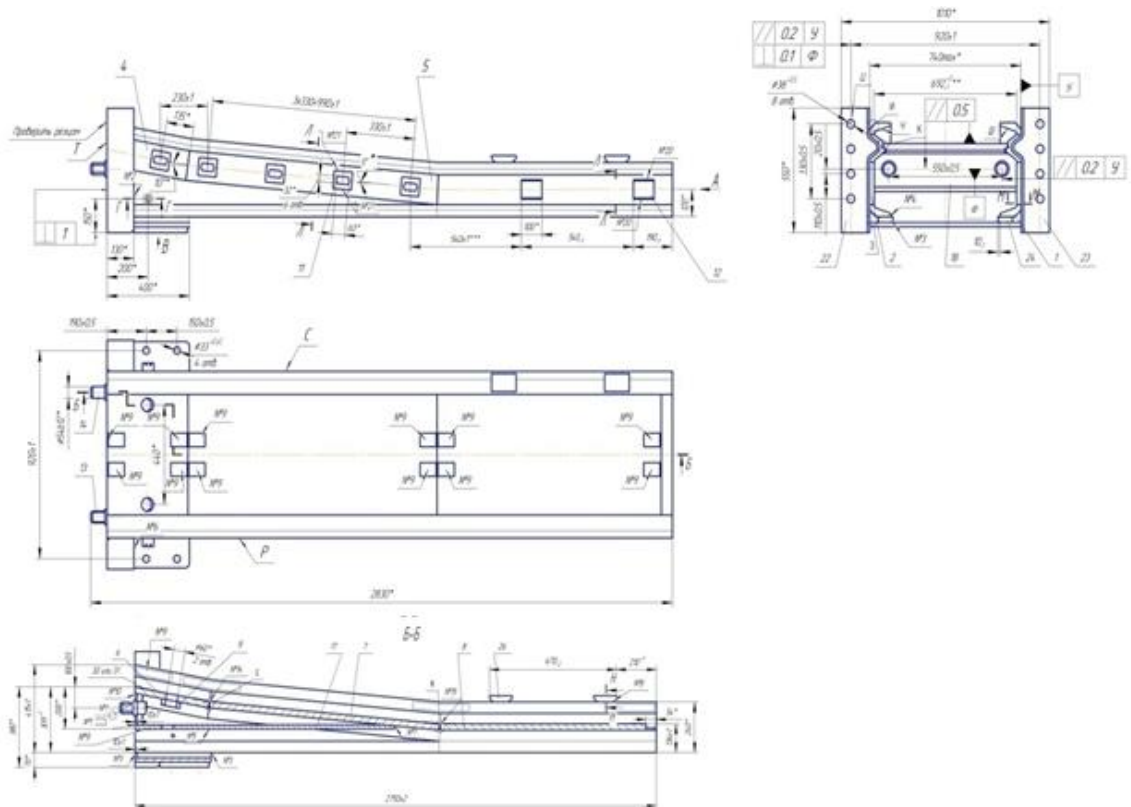


Figure 1.1 – Geometric diagram of a general form of the transition pan

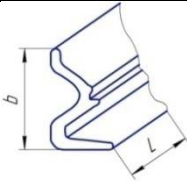
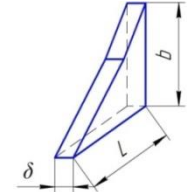
Each pan consists of two sides of an E-shaped cross section connected by a middle sheet 30mm thick and lower sheet 20mm thick, with a productivity no more than 700 t / hour. The resource of the panline under normal conditions is designed for 2 million tons of coal. The special design of the pan and the slip planes with the device for centering adjacent pans of the cover allows quick assembly of panline and transportation of coal in both directions.

The transition pans (figure 1.1) on the unloading and return drive stations are the transition link between the station and the panline. They have different sizes and designs.

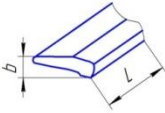
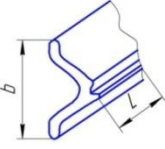
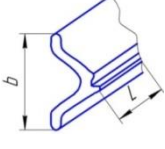
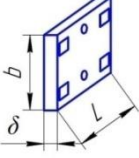
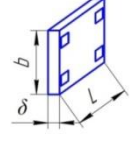
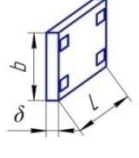

The transition pan of the return station is adapted for mounting to the station frame (on one side) and to a standard (or special) pan on the other side.

The structure is reliable and works in conditions of constant abrasive wear, so rolled high strength steel is used for its manufacturing. Elements of the transitional pan are made of steel grades 10G2S1 and 16G2AF. The weight of the structure is 1149 kg, its overall dimensions are: length - 2750 mm, height - 550 mm, width - 1000 mm. The transition pan consists of 20 parts weighing from 2.1 kg to 173 kg and parts from 20 to 130 mm thick, which requires the use of multi-pass welding during manufacture. Aside from welding the technology uses hardfacing, as the structure works for abrasive wear. The structure is mostly welded with fillet welds from 7 to 10, few joints are used. Details of the transition pan are presented in table 1.1.

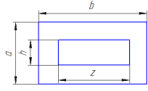
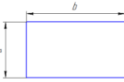
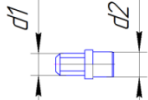
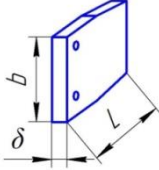
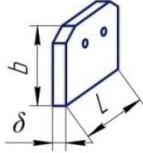
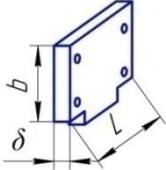
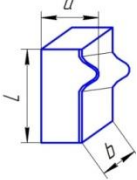
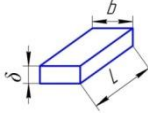
Table 1.1 – Details of the transition pan

№ pos.	Nave	Sketch	Size, mm	Weight, kg	Qty	Material
1	2	3	4	5	6	7
1	Sidewall		L=2750 b=186	94	2	The rental side of the pan 230 40GR TU 14-102-148-93
2	Insert		L=1570 b=173 $\delta=20$	18,7	2	Sheet $\frac{B-PN-NO-20,0}{16G2AF}$ <u>GOST 19903-74</u> <u>GOST 19281-89</u>

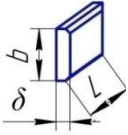
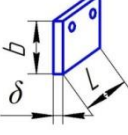
Continuation of table 1.1

3	Upper shelf		L=2761 a=102 b=54	66,44	2	The rental side of the pan 230 40GR TU 14-102-148-93
4	Insert		L=413 b=132	10,4	2	The rental side of the pan 230 40GR TU 14-102-148-93
5	Insert		L=1222 b=132	30,3	2	The rental side of the pan 230 40GR TU 14-102-148-93
6	Bottom		L=604 b=400 $\delta=30$	56,9	1	Sheet $\frac{B-PN-NO-30,0}{16G2AF}$ <u>GOST 19903-74</u> <u>GOST 19281-89</u>
7	Bottom		L=604 b=1220 $\delta=30$	173,5	1	Sheet $\frac{B-PN-NO-30,0}{16G2AF}$ <u>GOST 19903-74</u> <u>GOST 19281-89</u>
8	Bottom		L=604 b=1220 $\delta=30$	168	1	Sheet $\frac{B-PN-NO-30,0}{16G2AF}$ <u>GOST 19903-74</u> <u>GOST 19281-89</u>
9	Coupling		D=51 d=24	1,2	2	Circle <u>100 - IN GOST 2590-88</u> <u>35-3GP GOST 1050-88</u>

Continuation of table 1.1

11	Bar		a=80 b=90 h=32 z=63	1,4	10	Steel 35 GOST 1050-88
12	Bar		a=80 b=100	1,8	4	Steel 35 GOST 1050-88
13	Detent		d1=54 d2=60	0,9	2	Steel 35 GOST 1050-88
14	Bottom		L=1370,5 b=690 $\delta=20$	146,6	1	Sheet $\frac{B-PN-NO-20,0}{10G2S1}$ GOST 19903-74 GOST 19281-89
15	Bar		L=692 b=140 $\delta=30$	22,4	1	Sheet $\frac{B-PN-NO-30,0}{16G2AF}$ GOST 19903-74 GOST 19281-89
16	Overlap		L=1000 b=400 $\delta=20$	57,4	1	Sheet $\frac{B-PN-NO-20,0}{10G2S1}$ GOST 19903-74 GOST 19281-89
17	Flange		L=550 a=182 b=130	77,8	2	Steel 35 GOST 1050-8835 GOST 1050-88
18	Overlap		L=390 b=70 $\delta=25$	5,4	2	Sheet $\frac{B-PN-NO-25,0}{10G2S1}$ GOST 19903-74 GOST 19281-89

Continuation of table 1.1

19	Overla		L=80 b=120 $\delta=30$	2,1	2	Sheet $\frac{B-PN-NO-30,0}{16G2AF}$ <u>GOST 19903-74</u> <u>GOST 19281-89</u>
20	Overlap		L=260 b=122 $\delta=25$	6,64	2	Sheet $\frac{B-PN-NO-25,0}{10G2S1}$ <u>GOST 19903-74</u> <u>GOST 19281-89</u>

1.2 Manufacturability of construction

The construction is rather technological, as it has a small intensity of metal, the seams are located in places convenient for mechanized and automated welding, which allows to speed up the process of manufacturing a transitional pan and reduce the complexity of work. From a constructive point of view, this structure is technological. According to the weight and dimensions it fits to the dimensions of the rolling stock (railway carriage), provided on the roads for the technological conditions of the load and attachment nodes. To ease the manufacturing process, the structure is divided into nodes and subnodes, which are assembled at separated workplaces with the help of specially designed devices. Sketches of nodes and subnodes are presented in picture 1.2.

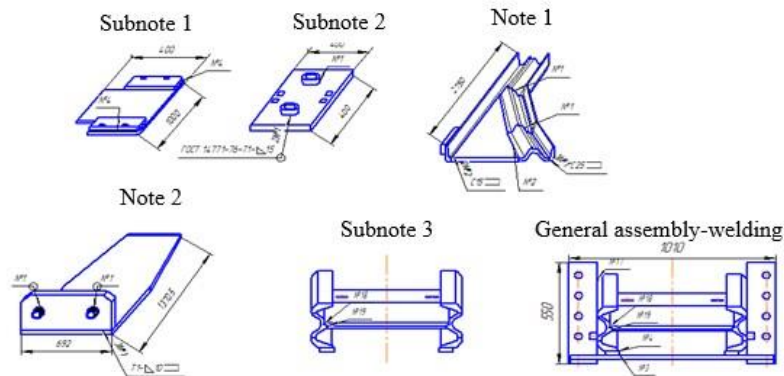


Figure 2.1 – The sketches of the nodes and subnodes of the transition pan

1.3 Materials used in transition pan manufacturing

Since it is necessary to provide strength and weldability for mining equipment, as well as proper resistance to abrasive wear and dynamic influences, steel for these structures is ordered under group B, i.e. with a guarantee of mechanical properties and chemical composition [1].

Transition pan is made of hot-rolled sheet according to GOST 19903-74, GOST 19281-89 and rolled sidewall of pan 230 40 GR TU 14-102-148-93. 16G2AF, 10G2S1 sheet metal is used to manufacture the structure.

Table 1.2 – Chemical composition and mechanical properties of 16G2AF steel

Steel grade				Delivery type: Thick sheet, stripe GOST 19282-73, GOST 19903-74, GOST 82-70							
16G2AF											
Element mass fraction, %									Temperature of critical points, °C		
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Cu	As	Ac ₁	Ac ₃	Mn
0,14-0,20	0,3-0,6	1,3-1,7	<0,040	<0,035	<0,40	<0,30	<0,30	<0,08	723	907	400
Mechanical properties at temperature 20 ⁰ C											
SD	Heat treatment mode			Section, mm	$\sigma_{0,2}$, N/mm ²	σ_B , N/mm ²	δ , %	HB			
	Operation	t, °C	Cooling medium								
GOST 19903-74	Hot rolled sheet metal			to 32	440	590	20	-			
				over 32 to 50	410	570	20				
Impact strength, KCU, J/cm ² , at temperature, 0 C											
Section, mm				-40				-70			
5-10				44				34			
10-50				39				29			

Weldability is the ability of metals to form a joint with the established welding technology, the seam metal of which would have mechanical properties close to the base metal. An approximate quantitative indicator of the weldability of an alloy of known chemical composition is the equivalent carbon content of Se, which is determined by the formula:

$$W_e = C + \frac{Mn}{6} + \frac{0,3}{5} + \frac{0,3+0,3}{15} = 0,33\%$$

Where the content of carbon and alloying elements is given in % ($W_e = 0.25\%$ – well welded without the formation of quenching structures in the seam zone, $W_e = 0.25-0.35\%$ – satisfactorily welded and under certain conditions require preheating, $SW = 0.36-0.45\%$ – prone to cracking require preheating, $SW > 0.45\%$ – poorly welded, very prone to quenching and cracking, require welding heating, special technological techniques and heat treatment) [4].

The calculation is based on the average percentage of elements (table 1.2):

$$W_e = 0,12 + \frac{1,65}{6} + \frac{0,3}{5} + \frac{0,3+0,3}{15} = 0,33\%$$

This means that 16g2af steel can be welded without preheating.

10G2S1 steel – low-alloy structural steel for welded structures. This steel grade is used: for the manufacture of various parts and elements of welded metal structures operating at temperatures from $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$; apparatus, vessels and parts of steam boilers operating at temperatures from $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $+475\text{ }^{\circ}\text{C}$ Under pressure; manufacture of welded junctions, flanges, welded tees and other shaped parts of AU pipelines with operating temperatures from $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $+350\text{ }^{\circ}\text{C}$; parts of hydrogenators. Table 1.3 shows the chemical composition and mechanical properties of 10G2S1 steel.

Table 1.3 – Chemical composition of 10G2S1 steel [1]

Steel grade		Delivery type: Thick sheet, stripe GOST 19282-73, GOST 19903-74, GOST 82-70											
10G2S1		Element mass fraction, %									Temperature of critical points, $^{\circ}\text{C}$		
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Cu	As	Ac ₁	Ac ₃	Ar ₃	Ar ₁	
< 0,12	0,9 - 1,2	1,3- 1,65	< 0,04	< 0,035	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,08	763	920	790	640	
									-	-	-	-	
									745	927	820	735	

Continuation of table 1.3

Mechanical properties at temperature 20 ⁰ C								
SD	Heat treatment mode			Section, mm	$\sigma_{0,2}$, N/mm ²	σ_B , N/mm ²	δ_5 , %	KCU, J/sm ²
	Operation	t, °C	Cooling medium					
GOST 19903-74	Hot rolled sheet metal				430-490	295-355	21	590-640

The weldability of 10G2S1 steel is determined by the formula 1.1. The calculation is based on the average percentage of elements (table 1.3):

$$W_e = 12 + 1,3/20 + 0,3/15 + (0,3)/10 = 0,235 \leq 0,45, \%$$

This means that 10G2S1 steel can be welded without preheating.

2 Description of the existing technological process of the transition pan manufacturing and its critical analysis

2.1 Assembly and welding of the transition pan

After all the details of the transition pan go through preparation stages, they are transported to places of assembly and welding.

The construction is assembled using the build-up method. Each stage of assembly and welding of the pan structure is controlled by workers for the accuracy of geometric dimensions and correct assembly.

The process of pan assembling consists of the following operations: sidewalls assembling (right and left), the assembly of the bottoms and the general assembly of the pan.

Rolled sidewalls of the pan are made from 230 40GR, sheet GOST 19903-74 of steel 16G2AF and 10G2S1. The sidewall profile is placed on the sheet, the details are welded according to the dimensions. Then the inserts are placed (position 2, 4, 5) and fastened with a seam length of at least 40 mm. The upper shelf of the sidewall (position 3) is applied to the insert (position 4, 5) and is caught in the places of inflection. In order to bend the shelf (position 3) along the insert profile, the gas torch flame is heated. Tacking is performed by manual arc welding, by UNI 13/55 electrodes with diameter of 4 mm and welding current of 160 A. Welded seams are performed with a semi-automatic machine in accordance with GOST 14771-76 by a wire Sv08G2S GOST 2246-70 with a diameter of 1.6 mm and a welding current of 250-280A.

Four platforms of 80x60 mm are melted onto parts 6,7,8, the location of the platforms is determined by applying templates with holes in the places of surfacing. Surfacing is performed by manual arc welding with t-590 GOST 9466-75 electrodes. The bottom (position 6), is complemented with the bushing (item 9) following the alignment of the holes by inserting valsala, then takings are made with MAV SSSI 13/55 electrodes with a diameter of 4 mm at a welding current of 160 A and stripped from the slag.

Then welding is performed using a semi-automate in the environment of protective CO₂ gas using VDU-506.

After assembling the sidewalls and bottom the General Assembly of the pan is performed. The dimensions of the pan are marked on the sheet, welded the detents are installed in the sidewall. Electrodes with a diameter of 4 mm are installed and are attached by manual arc welding with UONI 13/55 between the sidewalls, the bottoms (position 6, 7, 8), the bar (position 15), and the pads (position 16, 18, 19, 20). At a welding current of 160 A, the trowels are produced with a length of 30-40 mm every 300-400 mm and are cleaned from the slag. Then the flanges (position 17) and overlap (position 19) are installed and secured. After that, the welds are applied using semi-automatic welding in the environment of protective CO₂ gas with SV 08G2S wire with a diameter of 1.6 mm at a welding current of 250-280A.

2.2 Control operation of the assembled structure

Visual quality control of welds of the assembled structure is performed to identify the defects: burnouts, shrinkage shells, slag inclusions, non-welding, instrumental control of linear dimensions and geometric shape of nodes. Welds that do not meet the quality requirements are corrected. Influx and unacceptable strengthening of seams are processed with sanding machines. If cracks are detected in the seam or base metal, their length and depth are established, then the site is prepared for welding.

Welding of the defective section must be carried out by the welding method that is provided for this seam. Short sections up to 1 m long with internal defects, as well as sections of any length with external defects in the form of undercuts, slag inclusions, non-melts, etc. are corrected by manual arc welding with electrodes $d=3-4$ mm or semi-automatic welding in protective gas with SV 08G2S wire $D=1.2$ mm. Correction of a defective section is allowed no more than 2 times [9].

Using a sander and a metal brush, structures are cleaned from welding splashes. Welds are cleaned from scale and build-up.

2.3 Critical analysis of the existing technological process

When investigating the existing technological process of manufacturing the transition pan, a number of shortcomings were found during assembly and welding, which were taken into account when designing a new technological process.

Disadvantages of the existing technological process and recommendations for their elimination are summarized in table 2.1.

Table 2.1 – Disadvantages of the existing technological process and recommendations for their elimination

Operation	Disadvantages	Recommendations for elimination of deficiencies
1	2	3
Assembly	Use one device to build the whole pan	Recommend using specialized tools for assembling each node
Assembly	The upper shelf (position 3) is bent when the sidewall is assembled	It is recommended to perform mechanical bending during procurement operations
Assembly	Parts (positions 11,12, 19) are assembled by marking, which leads to a large loss of time and worsens the accuracy of the assembly	It is recommended to use folding clamps in the form of frames
Assembly	The tackles are produced by manual arc welding	It is proposed to produce potholders by semi-utomate welding in a mixture of protective gases

Continuation of table 1.1

Welding	Welding of belt seams is carried out with an inclined electrode, which can lead to defects such as undercuts, surges and non-melts.	It is proposed to use a special welding ring tipping device to ensure the welding «in the boat»
Control	The product is checked for defects only by visual inspection	It is recommended to use the ultrasonic method of flaw detection

To organize mass production of transition pan, it is necessary to mechanize assembly and welding operations by using automatic equipment and special devices.