

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

Институт Юргинский технологический институт

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

Отделение промышленных технологий

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА И ВОССТАНОВЛЕНИЯ КОЛЕС МОСТОВЫХ КРАНОВ В ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОМ ЦЕХЕ

УДК 621.874:629.3.027.4.083.5.

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А41	Редькин К. В.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Кузнецов М. А.			

Нормоконтроль

Должность	ФИО	ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОПТ	Крюков А. В.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЦТ	Лизунков В. Г.	к.п.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОПТ	Кузнецов М. А.	к.т.н.		

Юрга – 2019 г.

Планируемые результаты обучения по ООП

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P1	Демонстрировать базовые естественнонаучные, математические знания, знания в области экономических и гуманитарных наук, а также понимание научных принципов, лежащих в основе профессиональной деятельности
P2	Применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире.
P3	Применять базовые и специальные знания в области современных информационных технологий для решения задач хранения и переработки информации, коммуникативных задач и задач автоматизации инженерной деятельности
P4	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, знания в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на предприятиях машиностроения и смежных отраслей.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на производственных предприятиях и в отраслевых научных организациях.
P7	Использовать законы естественнонаучных дисциплин и математический аппарат в теоретических и экспериментальных исследованиях объектов, процессов и явлений в машиностроении, при производстве иных металлоконструкций и узлов, в том числе с целью их моделирования с использованием математических пакетов прикладных программ и средств автоматизации инженерной деятельности
P8	Обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения, металлоконструкций и узлов для нефтегазодобывающей отрасли, горного машиностроения и топливно-энергетического комплекса, а также опасных технических объектов и устройств, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий, их узлов и деталей.
P9	Осваивать внедряемые технологии и оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования, обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.
P10	Проводить эксперименты и испытания по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий, в том числе с использованием способов неразрушающего контроля

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P11	Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения, иных металлоконструкций и узлов.
P12	Проектировать изделия машиностроения, опасные технические устройства и объекты и технологические процессы их изготовления, а также средства технологического оснащения, оформлять проектную и технологическую документацию в соответствии с требованиями нормативных документов, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и с учетом требований ресурсоэффективности, производительности и безопасности.
P13	Составлять техническую документацию, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
P14	Непрерывно самостоятельно повышать собственную квалификацию, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований.

Студент гр. 3-10А41

Руководитель ВКР

Редькин К. В.

Кузнецов М. А.

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

Институт Юргинский технологический институт

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

Отделение промышленных технологий

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. руководителя ОПТ

М.А. Кузнецов

(Подпись)

(Дата)

(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломной проект

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-10А41	Редькину Константину Валерьевичу

Тема работы:

Разработка технологии ремонта и восстановления колес мостовых кранов в
 электромеханическом цехе

Утверждена приказом проректора-директора
 (директора) (дата, номер)

31.01.2019 г. № 1/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

Материалы преддипломной практики

Перечень подлежащих исследованию и разработке вопросов

(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).

1. Обзор литературы.
2. Объект и методы исследования.
3. Результаты проведенного исследования.
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.
5. Социальная ответственность.

Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. ФЮРА.К2Р-400.239.00.000 Колесо 1 лист (А1). 2. ФЮРА.000001.239.00.000 СБ Кантователь для наплавки 1 лист (А1). 3. ФЮРА.000002.239 ЛП План участка 1 лист (А1). 4. ФЮРА.000003.239 ЛП Директивный техпроцесс 1 лист (А1). 5. ФЮРА.000004.239 ЛП Вентиляция общеобменная 1 лист (А1). 6. ФЮРА.000005.239 ЛП Экономическая часть 1 лист (А1). 7. ФЮРА.000006.239 ЛП Карта организации труда 1 лист (А1).
---	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Технологическая и конструкторская часть	Кузнецов М. А.
Социальная ответственность	Солодский С. А.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лизунков Д. Г.
Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:	

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

Задание выдал руководитель:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А41	Редькин К. В.		

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

Институт Юргинский технологический институт

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

Отделение промышленных технологий

Период выполнения (осенний / весенний семестр 2018 – 2019 учебного года)

Форма представления работы:

Дипломный проект

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

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ – ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	20.05.2019
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля)/ Вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
17.01.2019	Обзор литературы	20
17.02.2019	Объекты и методы исследования	20
17.03.2019	Расчеты и аналитика	20
17.04.2019	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
20.05.2019	Социальная ответственность	20

Составил преподаватель:

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

СОГЛАСОВАНО:

И. о. руководителя	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОПТ	Кузнецов М.А.	к.т.н.		

Юрга – 2019 г.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-10A41	Редькину Константину Валерьевичу

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

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. Стоимость ресурсов инженерного решения (ИР) / научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	...
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	...
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений	...
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Краткое описание исходных технико-экономических характеристик объекта ИР / НИ	
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР / НИ; составление бюджета ИР / НИ; краткое описание основных рисков проекта	
3. Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР / НИ; расчет вложений в основные и оборотные фонды	
4. Планирование показателей по труду и заработной плате (расчет штатного расписания, производительности труда, фонда заработной платы)	
5. Проектирование себестоимости продукции; обоснование цены на продукцию	
6. Расчет прибыли, технико-экономическое обоснование и экономическая оценка проекта	
7. Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР / НИ	
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	
1. Основные показатели эффективности ИР (технико-экономические показатели проекта)	

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЦТ	Лизунков В. Г.	к.п.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10A41	Редькин К. В.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-10А41	Редькину Константину Валерьевичу

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

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Описание технологического процесса, проектирование оснастки и участка наплавки колеса пути на предмет возникновения: – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)	- вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения); - опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы); - негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу); - чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера).
2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности: – <i>физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</i> – <i>действие фактора на организм человека;</i> – <i>приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</i> – <i>предлагаемые средства защиты</i> (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)	Действие выявленных вредных факторов на организм человека. Допустимые нормы (согласно нормативно-технической документации). Разработка коллективных и рекомендации по использованию индивидуальных средств защиты.
2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)	Источники и средства защиты от существующих на рабочем месте опасных факторов (электробезопасность, термические опасности и т.д.). Пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).

3. Охрана окружающей среды: – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	Вредные выбросы в атмосферу.
4. Защита в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	Перечень наиболее возможных ЧС на объекте.
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	Лист-плакат Система вентиляции участка

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
И. о. руководителя ОТБ	Солодский С. А.	К.Т.Н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-10А41	Редькин К. В.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 110 с., 2 рисунка 21 таблиц, 31 источник, 2 приложения, 7 л. графического материала.

Ключевые слова: наплавка, технология, режимы сварки, сила сварочного тока, сварочное оборудование, производительность, план участка, кантователь, промышленная безопасность, себестоимость.

Актуальность работы: в данной выпускной квалификационной работе производится ремонт и восстановление колеса мостового крана

Объектом исследования является процесс восстановления колеса.

Цели и задачи исследования (работы). В результате данной работы следует получить производство с наибольшей степенью механизации и автоматизации повышающей производительность труда.

В процессе работы рассчитаны режимы сварки, подобрано наплавочное оборудование, пронормированы наплавочные операции. Посчитан экономический эффект от перечисленных нововведений, что позволяет судить о выгоде предлагаемого технологического процесса.

ВКР выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 16.0 и КОМПАС–3D V10 и представлена на диске (в конверте на обороте обложки).

Abstract

Final qualifying work 110 p., 2 drawings, 21 tables, 31 source, 2 applications, 7 l. graphic material.

Keywords: cladding, technology, welding modes, welding current strength, welding equipment, performance, site plan, tilter, industrial safety, cost price.

Relevance of work: repair and restoration of the bridge crane wheel is performed in this final qualifying work

The object of study is the process of restoring the wheel.

Goals and objectives of the study (work). As a result of this work, one should obtain production with the greatest degree of mechanization and automation that increases productivity.

In the process, sarki modes were calculated, surfacing equipment was selected, and surfacing operations were normalized. Calculated the economic effect of these innovations, which allows to judge the benefits of the proposed process.

WRC is made in the text editor Microsoft Word 16.0 and KOMPAS – 3D V10 and is presented on disk (in the envelope on the back cover).

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

- ГОСТ 2246-70 – Проволока стальная сварочная;
- ГОСТ 19282-73 – Сталь низколегированная толстолистовая и широкополосная универсальная;
- ГОСТ 15150-69 – Машины, приборы и другие технические изделия;
- ГОСТ 12.2.033-81- Оборудование производственное. Общие требования безопасности;
- ГОСТ 14771-76 – Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные;
- РД 03-495-02 - Технологический регламент проведения аттестации сварщиков специалистов сварочного производства;
- ТКП 45-1.03-103-2009 (02250) - Краны грузоподъемные. Капитальный, полнокомплектный и капитально-восстановительный ремонты.

Так же применяются сокращения:

- КТС – контактная точечная сварка;
- РДС – ручная дуговая сварка;
- АДС – автоматическая дуговая сварка;
- КПД – коэффициент полезного действия.

Оглавление

Введение	14
1 Обзор литературы	16
1.1 Основные факторы, определяющие износ крановых колес, определение долговечности и износостойкости.	16
1.2 Индукционная наплавка в разделку кромок высоколегированным белым чугуном деталей сельхозмашин	17
1.3 Повышение износостойкости литых деталей грузовых вагонов дуговой наплавкой слоя стали со структурой игольчатого феррита	18
1.4 Заключение	19
2 Объект и методы исследования	20
2.1 Формулировка проектной задачи	20
2.2 Теоретический анализ	20
3 Результаты проведенного исследования	22
3.1 Инженерный расчёт	22
3.1.1 Выбор способа наплавки и сварочных материалов	22
3.1.2 Металлургические и технологические особенности принятого способа сварки	28
3.1.3 Расчёт режимов наплавки	31
3.2 Технологический раздел	33
3.2.1 Технологический анализ выбранного производства	33
3.2.2 Общая структура процесса восстановления изделия	35
3.2.3 Сравнительная оценка вариантов технологического процесса изготовления изделия и выбор оптимального	36
3.2.4 Нормирование операций	37
3.2.5 Выбор технологического оборудования	39
3.2.6 Контроль технологических операций	42
3.2.7 Разработка технической документации	49

3.3 Конструкторский раздел	51
3.3.1 Общая характеристика механического оборудования	51
3.3.2 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений	51
3.4 Пространственное расположение производственного процесса	52
3.4.1 Состав сборочно-сварочного цеха	52
3.4.2 Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха	53
3.4.3 Расчет основных элементов производства	54
3.4.3.1 Определение требуемого количества оборудования	54
3.4.3.2 Определение состава и численности работающих	56
3.4.4 Планировка заготовительных отделений	58
3.4.5 Планировка сборочно-сварочных отделений и участков	59
3.4.6 Степень и уровень механизации и автоматизации производственного процесса	60
3.4.7 Расчет и планировка административно-конторских и бытовых помещений	61
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	64
4.1 Финансирование проекта и маркетинг	64
4.2 Сравнительный экономический анализ вариантов	64
4.2.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления	66
4.2.2 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями	68
4.2.3 Определение затрат на основные материалы	68
4.2.4 Определение затрат на вспомогательные материалы	69
4.2.5 Определение затрат на заработную плату	70
4.2.6 Определение затрат на заработную плату вспомогательных рабочих	71
4.2.7 Заработная плата административно-управленческого персонала	72
4.2.8 Определение затрат на силовую электроэнергию	73
4.2.9 Определение затрат на сжатый воздух	73

4.2.10	Определение затрат на амортизацию оборудования	74
4.2.11	Определение затрат на амортизацию приспособлений	75
4.2.12	Определение затрат на ремонт оборудования	76
4.2.13	Определение затрат на содержание помещения	76
4.3	Расчет технико-экономической эффективности	77
4.4	Основные технико-экономические показатели участка	79
5	Социальная ответственность	80
5.1	Описание рабочего места	80
5.2.	Законодательные и нормативные документы	81
5.3	Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	85
5.3.1	Обеспечение требуемого освещения на участке	89
5.4	Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды	90
5.4.1	Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов	92
5.5	Охрана окружающей среды	93
5.6	Защита в чрезвычайных ситуациях	94
5.8	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	95
	Заключение	96
	Список использованных источников	97
	Приложение А (Спецификация Кантователь для наплавки)	100
	Приложение Б (Технологический процесс)	101
	Диск CD-R	В конверте на обложке
	Графический раздел	На отдельных листах
	ФЮРА.К2Р-400.239.00.000 Колесо	Формат А1
	ФЮРА.000001.239.00.000 СБ Кантователь для наплавки	Формат А1
	ФЮРА.000002.239 ЛП План участка	Формат А1
	ФЮРА.000003.239 ЛП Директивный техпроцесс	Формат А1
	ФЮРА.000004.239 ЛП Безопасность жизнедеятельности	Формат А1
	ФЮРА.000005.239 ЛП Экономическая часть	Формат А1

ФЮРА.000006.239 ЛП Карта организации труда на производственном
участке. Лист плакат

Формат А1

Введение

Развитие современного машиностроения характеризуется повышением эксплуатационных параметров работы машин, в результате чего использовавшиеся ранее технологические процессы и материалы часто не отвечают возросшим требованиям надежности и долговечности. Упрочнение деталей путем нанесения покрытий позволяет снизить расход легированных сталей при одновременном повышении ресурса работы машин.

Наплавка — наиболее доступный и распространенный способ восстановления деталей. Процесс восстановления детали складывается из наплавки, отжига и механической обработки ее на номинальный размер.

Наплавка тел вращения производится отдельными валиками вдоль образующей или круговыми валиками. Для уменьшения коробления детали наплавляемые валики накладываются последовательно на диаметрально противоположных сторонах детали. При автоматическом способе наплавка ведется по винтовой линии с перекрытием последующим валиком предыдущего на половину его ширины.

Кроме ручной, широкое распространение получили способы механизированной и автоматической наплавки. Автоматическая наплавка является непрерывным процессом, требует применения станков или специальных приспособлений. Например, наплавка тел вращения проводится на токарном станке, в шпинделе которого устанавливается наплавляемая деталь, а на суппорте станка крепится устройство для автоматической подачи электродной проволоки.

Наплавка в среде защитных газов один из основных способов электродуговой наплавки. Защитный газ, обтекая электрическую дугу и сварочную ванну, защищает расплавленный металл от влияния атмосферы, окисления, азотирования.

Главные достоинства наплавки в защитных газах:

- хорошая защита наплавки от воздействия кислорода и азота воздуха;

- высокие механические свойства наплавленного металла;
- высокая производительность процесса наплавки;
- отсутствие необходимости применения флюсов и последующей очистки шва от шлака;
- возможность наблюдения за процессом формирования шва;
- малая зона термического влияния;
- возможность полной механизации и автоматизации процесса сварки.

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

В производстве при изготовлении крановых колёс предпочтительно используют метод свободнойковки из стали 65Г (45), литья из стали 65ГЛ (45ГЛ) или метод молотовой штамповки. Рабочая поверхность крановых колёс нуждается в дополнительной обработке, которая значительно улучшает его механические свойства. Термическая обработка (сорбитизация) поверхности по ГОСТам крановое колесо производится для обеспечения плавного перехода закаленных слоёв металла к незакалённым. Твёрдость дорожки катания должна быть 320 — 390 НВ. Глубина слоя, обработанная в процессе сорбитизации, составляет обычно 40 мм, что увеличивает срок службы приспособления.

Так как изготовление колёс весьма дорогой процесс предприятия прибегают к восстановлению крановых колёс собственными силами. Учитывая актуальность вопроса, темой курсового проекта выбрана технология ремонта и восстановления колёс мостовых кранов. Цель – разработать технологическую карту ремонта и восстановления кранового двухребордного колеса в электромеханическом цехе.

1 Обзор литературы

1.1 Основные факторы, определяющие износ крановых колес, определение долговечности и износостойкости.

Быстрота износа реборд крановых колес зависит от величины сил трения, которые возникают в месте контакта реборд с головкой кранового рельса. Колесо из-за кратковременных знакопеременных нагрузок подвергается быстрому усталостному износу.

Срок службы реборд крановых колес может составлять от нескольких лет до нескольких месяцев. На долговечность реборд колес оказывают влияние твердость поверхности, точность установки. Высокая твердость реборд поднимает срок службы колеса до его ремонта или замены, однако приводит к усиленному износу головки кранового рельса. Основным фактором, определяющим износ, является химический состав, термическая обработка и формируемым ими структура и физико-механические свойства поверхностных слоев материала колеса.

К числу свойств материалов, которые оказывают влияние на износостойкость, в первую очередь относятся сопротивление сжатию, силы молекулярного сцепления, вязкость, изгибу, сдвигу, твердость, устойчивость механических свойств против воздействия высоких температур и давлений.

Механические свойства материалов определяют фактическую площадь касания и через нее влияют на интенсивность износа. При соприкосновении двух поверхностей их контакт происходит главным образом по вершинам неровностей, причем фактическая площадь контакта очень мала. Поэтому даже при небольшой нагрузке местные давления на площадках фактического контакта достигают высоких значений и вызывают пластическое течение металла. Пластическая деформация продолжается до тех пор, пока площадь контакта не окажется достаточной для данной нагрузки [1].

1.2 Индукционная наплавка в разделку кромок высоколегированным белым чугуном деталей сельхозмашин

Универсальные стрелчатые лапы изготавливают штампованными или сварными с последующим упрочнением лезвия индукционной наплавкой или электроискровым упрочнением и объемной закалкой. Проблемой при их эксплуатации является то, что носовая часть по отношению к крыльям изнашивается в 1,5—2,5 раза быстрее, вследствие этого выбраковка происходит из-за носовой части, несмотря на то, что крылья (лезвия) еще работоспособны. Поэтому фирмы John Deere и Kvemeland (США, Канада) в штампованной лапе производят утолщение в носовой части лезвия, в ОАО "АНИТИМ" в сварной лапе выполняют выпуклость сварного шва до 3 - 4 мм.

Наплавку носовой части изделия осуществляли шихтой, содержащей 80% твердого сплава ПС-14-60 и 15 % флюса, в индукторе, подключенном к высокочастотному генератору ВЧГЗ- 160/0,66.

После включения генератора в индукторе одновременно выполняли наплавку и нагрев лезвия под закалку. Выключение генератора производили в момент, когда температура в зоне наплавки достигала температуры плавления шихты 1100 - 1200 °С, а в зоне закалки 860 - 870 °С. Температуру регистрировали по методике работ.

Закалку изделия осуществляли в масло после кристаллизации наплавленного твердого сплава. При этом температура лезвия перед закалкой снижалась до требуемой 840 - 860 °С.

Совмещение технологических операций сократило время упрочнения на 70 - 80 % [2].

1.3 Повышение износостойкости литых деталей грузовых вагонов дуговой наплавкой слоя стали со структурой игольчатого феррита

Анализ условий работы и результатов эксплуатации надрессорных балок тележки, пятника и автосцепки грузового вагона из низколегированных сталей марок 20ГЛ, 20ФЛ и 20ГФЛ, относящихся к феррито-перлитному классу, показал, что эти детали при работе в условиях сухого трения и наличии высоких контактных и ударных нагрузок обладают низкой износостойкостью при интенсивности износа рабочих поверхностей 1,2-2,0 мм на 100 тыс. км пробега.

Количество основных литых деталей грузовых вагонов, находящихся в настоящее время в эксплуатации превышает 1,8 млн. единиц каждого наименования. В связи с большой их металлоемкостью, трудоемкостью в изготовлении, высокой стоимостью и дефицитностью значительное количество деталей по достижении предельно допустимого износа (в среднем после 3-х лет эксплуатации или 210 тыс. км пробега) подвергаются ремонту дуговыми методами наплавки с последующей станочной обработкой до чертежных размеров.

В результате было выявлено, что микроструктура комплекснолегированного наплавленного металла типа ХГ2СМФ внутри бывшего аустенитного зерна представляет собой смесь, состоящую преимущественно из игольчатого феррита и небольшого количества (15%) мартенсита, остаточного аустенита и легированного цементита (МАК-фазы). По границам бывших аустенитных зерен выявлен полигональный феррит в виде тонких прожилок. По всему объему наплавленного металла равномерно распределены мелкодисперсные неметаллические включения (оксиды) округлой формы. Специальных карбидов не было обнаружено.

Установлено также, что из-за низкого содержания углерода (0,05%) в металле, наплавленном сварочной проволокой Св-08ХГ2СМФ на сталь 20ГЛ,

при его непрерывном охлаждении превращение аустенита проходит с выделением значительного количества полигонального феррита (25%), что значительно снижает его механические свойства и износостойкость. Это послужило основанием для разработки нового комплекснолегированного наплавочного материала - порошковой проволоки для механизированной наплавки литых деталей грузовых вагонов в среде углекислого газа.

Технология наплавки порошковой проволокой имеет преимущество перед технологией наплавки сплошной проволокой под флюсом по производительности наплавки, маневренности процесса и другим сварочно-технологическим и технико-экономическим показателям.

На основании результатов исследования была разработана и внедрена на ремонтных предприятиях сети железных дорог России порошковая проволока марки ПП-АН180МН для высокопроизводительной наплавки в углекислом газе на рабочие поверхности литых деталей грузовых вагонов слюя стали, более чем в 5 раз превышающего по износостойкости основной металл, а также металл, наплавленный ранее применявшимися низколегированными сварочными материалами, при этом сочетающего высокую прочность, пластичность, ударную вязкость и сопротивляемость образованию холодных трещин [3].

1.4 Заключение

Прблема восстановления колес крана имеет важное значение при выплонении ремонтных работ. Существует несколько методик восстановления колеса. К ним относятся, наплавка покрытыми электродами; под слоем флюса; наплавка порошковой проволокой; электродуговая наплавка с ферромагнитной шихтой. Для данной работы принимается наплавка сплошной проволокой в смеси газов, как наиболее экономически выгодная.

2 Объект и методы исследования

2.1 Формулировка проектной задачи

Целью выпускной квалификационной работы является сопоставление достигнутого выпускниками уровня гуманитарной, социально-экономической, естественнонаучной, общепрофессиональной и специальной подготовки с требованиями Государственного стандарта высшего профессионального образования по направлению 15.03.01 машиностроение, профиль «Оборудование и технология сварочного производства».

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы необходимо разработать участок ремонта и восстановления колеса. При этом произвести выбор наиболее эффективного метода наплавки и наплавочных материалов, расчёт режимов наплавки и выбор необходимого сварочного оборудования, техническое нормирование операций, определить потребный состав всех необходимых элементов производства, произвести расчёт и конструирование оснастки, планировку участка сборки и сварки.

Помимо этого, разрабатываются эргономические и экономические мероприятия, которые совместно с технологической частью должны обеспечивать возможность создания наиболее современного и передового по техническому уровню и высокоэффективного сборочно-сварочного участка по выпуску продукции, при ее себестоимости, обуславливающей рентабельность производства и кратчайшие сроки окупаемости капитальных затрат, а также соблюдение других необходимых требований.

2.2 Теоретический анализ

В результате теоретического анализа существующего технологического

процесса ремонта и восстановления колеса были выявлены существенные недостатки. Для устранения этих недостатков предлагается произвести следующие изменения в технологическом процессе:

- сократить время производственного цикла за счет модернизации приспособления для наплавки;
- заменить наплавку под слоем флюса, наплавкой в защитном газе сплошной проволокой;
- произвести замену оборудования на соответствующее новому технологическому процессу.

В результате внедрения в технологический процесс вышеуказанных изменений значительно улучшаются технические и экономические показатели, снижается себестоимость изделия, что в свою очередь приведет к увеличению конкурентоспособности изделия на рынке производства, сбыта и потребления, а, следовательно, к рентабельности производства данного изделия.

3 Результаты проведенного исследования

3.1 Инженерный расчёт

3.1.1 Выбор способа наплавки и сварочных материалов

Восстанавливаемое изделие – колесо. Колесо изготовлено из стали марки 65Г [4]. Выбор этой стали обусловлен необходимостью в сочетании надежности изделия с хорошей технологической надежностью и небольшой себестоимостью [4].

Химический состав и механические свойства стали 65Г приведены в таблицах 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1 - Химический состав стали 65Г в % [5]

C	Mn	Si	P	S	Ni	Cr	Cu
0,62-0,7	0,9-1,2	0,17-0,37	До 0,035	До 0,035	До 0,25	До 0,25	До 0,2

Таблица 3.2 – Механические свойства стали 65Г [5]

σ_B , МПа	σ_T , МПа	δ_5 , %	ψ %	KCU (кДж/м ²)
980	785	8	30	76

Данная сталь применяется для изготовления отливок, она является конструкционной рессорно-пружинной, не применяется для сварных конструкций. Контактная точечная сварка без ограничений. Сталь склонна к отпускной хрупкости. Способы наплавки: ручная дуговая сварка, автоматическая дуговая сварка под флюсом и газовой защитой [4].

Способ наплавки при разработке технологии следует выбирать таким образом, чтобы он удовлетворял всем требованиям, установленным исходными данными.

Принимаем наплавку сплошной проволокой. Существует ряд

преимуществ наплавки в защитном газе:

- меньшие по сравнению с наплавкой под флюсом зона термического влияния и нагрев деталей, что позволяет качественно наплавлять детали диаметром менее 40 мм;
- возможность наплавки при любом пространственном положении детали;
- более высокая производительность процесса;
- отсутствие трудоемкой операции по удалению шлаковой корки и очистке наплавленного металла;
- меньшая удельная стоимость восстановительных работ.

Недостатки данного способа:

- значительное разбрызгивание металла;
- необходимость применения электродной проволоки с повышенным содержанием легирующих элементов для получения наплавленного металла с теми же свойствами;
- ограниченные возможности легирования наплавленного металла;
- открытое световое излучение дуги.

Высокую производительность обеспечивает автоматическая наплавка в среде углекислого газа. Сущность способа заключается в том, что сварочная дуга и расплавленный металл защищаются от вредного влияния воздуха струей углекислого газа, подаваемого в сварочную зону. Под действием высокой температуры углекислый газ разлагается на окись углерода и атомарный кислород. Окись углерода не растворима в жидком металле и защищает сварочную ванну от насыщения атмосферными газами, т. е. предупреждает образование пористости шва. Атомарный же кислород взаимодействует с содержащимися в сварочной проволоке элементами-раскислителями (Mn, Si) и образует на поверхности сварочной ванны флюсовую пленку из их окислов. Последняя выполняет роль дополнительной защиты сварочной ванны при случайном нарушении сплошности потока углекислого газа, вызываемой

порывами ветра, резкими движениями сварочной горелки и другими причинами.

Сварку и наплавку в углекислом газе ведут с помощью специального оборудования или обычных шланговых полуавтоматов и наплавочных головок. Их применяют при ремонте металлоконструкций из листовой стали небольшой толщины, а также для устранения дефектов резьбы, осей, зубьев, пальцев, шеек валов и т.д. В отличие от наплавки под слоем флюса, наплавка в среде углекислого газа может применяться для деталей небольших диаметров [6]. Выбираем проволоку Нп-50 диаметром 1,6 мм ГОСТ 10543-98.

Условное обозначение марки проволоки состоит из индекса Нп (наплавочная); следующие за индексом Нп цифры указывают среднюю массовую долю углерода в сотых долях процента. Цифры, следующие за буквенными обозначениями химических элементов, указывают среднюю массовую долю элемента в процентах. Отсутствие цифр за буквенными обозначениями указывает, что их содержание не превышает 0,5 %. Химические элементы, содержащиеся в металле проволоки, обозначены: В - вольфрам, Г - марганец, М - молибден, Н - никель, С - кремний, Т - титан, Ф - ванадий, Х - хром, Б - ниобий. Буква А указывает на повышенную чистоту металла проволоки по содержанию серы и фосфора. После состава в обозначении проволоки указывают номер настоящего стандарта. В таблице 3.3 указан химический состав проволоки Нп-50 [6].

Таблица 3.3-Химический состав проволоки Нп-50 в % [6]

Марка проволоки	Химический состав						
	C	Mn	Si	Cr	Ni	S	P
				Не более			
Нп-50	0,45-0,55	0,50-0,80	0,17-0,37	0,25	0,30	0,004	0,035

Проволока Нп-50 ГОСТ 10543-98 обладает твердостью наплавленного металла НВ 130-280, применяется для наплавки натяжных колес, скатов, тележек, опорных роликов.

Для защиты сварочной дуги и сварочной ванны принимаем смесь двуокиси углерода с аргоном в соотношении 18% двуокиси углерода к 82% аргона.

Принимаем наплавку плавящимся электродом в смеси газа $\text{Ar}+\text{CO}_2$ (смесь двуокиси углерода с аргоном в соотношении 18% двуокиси углерода к 82% аргона). Смесь, изготовленная по ТУ–2114–003–49632579-2009 поставляется в баллонах черного цвета с белой надписью “смесь $\text{Ar}-\text{CO}_2$ ”. Существует ряд преимуществ наплавки плавящимся электродом в смеси газа $\text{Ar}+\text{CO}_2$:

- возможность вести механизированную сварку, а. т.к. в изготавливаемом изделии есть сварные швы протяженностью больше 2-х м, то возможность использования автоматической сварки очень важна;
- высокая производительность;
- высокие механические свойства сварных соединений;
- меньшая склонность к образованию горячих трещин;
- меньшая себестоимость сварочных работ.

Основным критерием при выборе материала является свариваемость. При определении понятия свариваемости металлов необходимо исходить из физической сущности процессов наплавки и отношения к ним металлов. Процесс наплавки – это комплекс нескольких одновременно протекающих процессов, основными из которых являются: процесс теплового воздействия на металл в околошовных зонах, процесс плавления, металлургические процессы, кристаллизация металлов в зоне сплавления. Следовательно, под свариваемостью необходимо понимать отношение металлов к этим основным процессам. Свариваемость металлов рассматривают с технологической и физической точки зрения [7].

Тепловое воздействие на металл в околошовных участках и процесс плавления определяются способом наплавки, его режимами. Отношение металла к конкретному способу наплавки и режиму принято считать технологической свариваемостью. Физическая свариваемость определяется

процессами, протекающими в зоне сплавления свариваемых металлов, в результате которых образуется неразъёмное сварное соединение и надёжный контакт наплавленного металла с основным.

Физическая свариваемость определяется свойствами соединяемых металлов (в данном случае основного и наплавленного), их способностью вступать между собой в требуемые физико-химические отношения. Все однородные металлы обладают физической свариваемостью.

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

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

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

- определение химического состава, структуры и свойств металла шва при том или ином способе сварки;
- оценка структуры и механических свойств околошовной зоны;

- оценка склонности сталей к образованию трещин, которая, однако, является не единственным критерием при определении технологической свариваемости;
- оценка получаемых при сварке окислов металлов и плотности сварного соединения.

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

Для классификации по свариваемости стали подразделяются на четыре группы:

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

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

Для определения стойкости металла против образования трещин определяют эквивалентное содержание углерода по формуле, которую предложил французский ученый Сефериан [8]:

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

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

Если углеродный эквивалент $C_{\text{экв}}$ больше 0,45 процентов, то для обеспечения стойкости околошовной зоны против образования околошовных трещин и закалочных структур следует применять предварительный подогрев, а в ряде случаев и последующую термообработку свариваемого металла.

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 65Г:

$$C_{\text{экв}} = 0,62 + (0,9/6) + (0,17/24) + (0,25/10) + (0,25/5) = 0,85 \text{ \%}.$$

Сталь 65Г – конструкционная рессорно-пружинная ГОСТ14959-79 [5]. Назначение - пружины, рессоры, упорные шайбы, тормозные ленты, фрикционные диски, шестерни, фланцы, корпуса подшипников, зажимные и подающие цанги и другие детали, к которым предъявляются требования повышенной износостойкости, и детали, работающие без ударных нагрузок.

3.1.2 Металлургические и технологические особенности принятого способа сварки

Состав металла шва при сварке в защитных газах плавящимся электродом определяется составом газа, составом электродного и основного металла, их долями в металле шва и ходом металлургических реакций в сварочной ванне.

Необходимо отметить, что аргон, входящий в смесь газов в составе 80%, является инертным газом. Поэтому он не участвует в химических реакциях, его роль сводится только к физической защите сварочной ванны.

Температура сварочной ванны является основным параметром, который определяет направление и интенсивность физико-химических процессов в ней. При сварке в смеси $\text{Ar} + \text{CO}_2$ тепловые характеристики дуги возрастают, что объясняется отчасти повышением доли теплоты, выделяющейся в результате химических реакций, и некоторым напряжением дуги. При высокой

температуре дуги происходит реакция диссоциации CO_2 [9]:



С повышением температуры увеличивается количество тепла, вводимого в изделие, что способствует снижению скорости охлаждения. С увеличением содержания кислорода в смеси, время существования ванны в жидком состоянии увеличивается, что способствует более плавному удалению неметаллических включений и дегазации металла сварочной ванны [8].

Аргон, растекаясь по поверхности свариваемого изделия, защищает достаточно длительно довольно широкую и протяженную зону как расплавленного, так и нагретого при сварке металла.

При сварке в смеси $\text{Ar} + \text{CO}_2$ плавящимся электродом в зоне высоких температур происходит разложение CO_2 по реакции:



Окисление металла происходит по реакции:



Но в тоже время большая концентрация окиси углерода будет тормозить этот процесс и задерживать окисление углерода стали:



При сварке в $\text{Ar} + \text{CO}_2$ происходит потеря легирующих элементов. Это приводит к повышенному содержанию кислорода в металле сварочной ванны. В результате возрастает вероятность образования пор из-за выделения оксида углерода в процессе кристаллизации, и снижаются механические свойства металла шва.

Образование пор из-за выделения окиси углерода при сварке углеродистых сталей предотвращается, если металл шва содержит до 0,12-0,14% С, не ниже 0,5-0,8% Мп. При этом металл шва характеризуется малой склонностью к образованию пор, трещин и достаточно высокими механическими свойствами.

В большинстве случаев при сварке сталей беспористые швы указанного выше состава получают при применении кремне-марганцовистых электродных

проволок Нп-50, обеспечивающих малую загрязненность металла шва оксидными включениями.

Содержащиеся в проволоке кремний и марганец, обладая большим сродством к кислороду, чем железо, связывают кислород, растворенный в металле:



Окислы кремния и марганца образуют легкоплавкие соединения, которые в виде шлака всплывают на поверхность сварочной ванны. При сварке в углекислом газе количество шлака на поверхности шва составляет примерно от 1 до 1,6 % массы наплавленного металла [8].

Содержание кремния и марганца в наплавленном металле шва, выполняемого в $\text{Ar} + \text{CO}_2$ проволокой Нп-50 остается на необходимом уровне.

Значительному снижению разбрызгивания электродного металла способствует добавление в смесь аргона – до 80 %. Это приводит к переходу от крупнокапельного переноса металла в дуге к струйному, что способствует улучшению сплавления, уменьшает подрезы, увеличивает производительность сварки и позволяет получать более плотные беспористые швы.

С увеличением выгорания кремния происходит образование горячих трещин, с уменьшением содержания кремния увеличивается количество расплавленного металла и уменьшается количество защитного газа на единицу массы переплавленного металла.

Технология сварки выбирается в зависимости от марки стали и требований, предъявляемых к сварным соединениям. Разработанная технология сварки должна обеспечивать получение достаточной работоспособности при минимальной трудоемкости.

Конструктивные элементы подготовки кромок, типы сварных швов, размеры при сварке в $\text{Ar} + \text{CO}_2$ должны соответствовать ГОСТ 14771-76. Основной металл до сборки в местах сварки должен быть очищен от ржавчины, масла, влаги и других загрязнений.

3.1.3 Расчёт режимов наплавки

Рассчитаем режимы наплавки колеса.

Параметры режима наплавки плавящимся электродом в смеси газов следующие [9]:

- диаметр электродной проволоки – $d_{\text{эл}}$;
- скорость сварки – $V_{\text{с}}$;
- сварочный ток – $I_{\text{с}}$;
- напряжение сварки – $U_{\text{с}}$;
- вылет электродной проволоки – $l_{\text{в}}$;
- скорость подачи электродной проволоки – $V_{\text{эл}}$;
- общее количество проходов – $n_{\text{пр}}$;
- расход защитной смеси – $g_{\text{зг}}$.

Расчёт режимов наплавки выполним по наплавленному металлу [7].

Наплавка полуавтоматическая, выполняется сплошной проволокой Нп-50, в нижнем положении.

Диаметр электродной проволоки рассчитываем по известной площади наплавленного металла соответствующего прохода, мм. [7].

$$d_{\text{эл}} = K_d \cdot F_{\text{н}}^{0,625}. \quad (3.8)$$

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

Ориентировочно площадь заполняющего проходов принимаем $F_{\text{н}}=30 \text{ мм}^2$.

Площадь наплавленного металла $F_{\text{НО}}=425 \text{ мм}^2$

Определим общее количество проходов [8]:

$$n_{\text{по}} = \frac{F_{\text{НО}}}{F_{\text{н}}} = \frac{425}{30} = 14,17. \quad (3.9)$$

Примем $n_{\text{по}} = 14$.

Уточним площадь $F_{\text{н}}$ с учетом количества проходов [7]:

$$F'_H = \frac{F_{HO}}{n_{по}} = \frac{425}{14} = 30,36 \text{ мм}^2. \quad (3.10)$$

Рассчитаем диаметр электродной проволоки для заполняющих проходов $d_{ЭП}$, $K_d = 0,149 \dots 0,409$:

$$d_{ЭП} = (0,149 \dots 0,409) \cdot F_H^{0,625} = (0,149 \dots 0,409) \cdot 30,36^{0,625} = 1,3 \dots 3,5 \text{ мм}, \quad (3.11)$$

Примем стандартные значения диаметра сварочной проволоки:

$d_{ЭП} = 1,6 \text{ мм}$.

Рассчитаем скорость сварки для заполняющих проходов [7]:

$$V_C = \frac{8,9 \cdot d_{ЭП}^2 + 50,6 \cdot d_{ЭП}^{1,5}}{F'_{HЗ}} = \frac{8,9 \cdot 1,6^2 + 50,6 \cdot 1,6^{1,5}}{30,36} = 4,12 \frac{\text{мм}}{\text{с}}. \quad (3.12)$$

$$\text{Принимаем } V_C = 5 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 18 \frac{\text{м}}{\text{ч}}.$$

При известных площадях наплавленного металла, диаметрах электродных проволок и скорости сварки рассчитаем скорости подачи электродной проволоки по формуле [7]:

$$V_{ЭП} = \frac{4 \cdot V_C \cdot F'_H}{\pi \cdot d_{ЭП}^{1,5} \cdot (1 - \psi_P)} = \frac{4 \cdot 5 \cdot 30,36}{\pi \cdot 1,6^{1,5} \cdot (1 - 0,1)} = 84 \frac{\text{мм}}{\text{с}}. \quad (3.13)$$

Рассчитаем сварочный ток для заполняющего проходов при сварке на обратной полярности [7]:

$$\begin{aligned} I_{СЗ}^{(+)} &= d_{ЭП} \cdot \left(\sqrt{1450 \cdot d_{ЭП} \cdot V_{ЭП} + 145150} - 382 \right) = \\ &= 1,6 \cdot \left(\sqrt{1450 \cdot 1,6 \cdot 84 + 145150} - 382 \right) = 322 \text{ А}. \end{aligned} \quad (3.14)$$

Расчетное значение сварочного тока не выходит за пределы ограничений $I_C^I \leq 510 \text{ А}$.

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

С учетом поправочного коэффициента:

$$I_C = 322 \cdot 1,1 = 354 \text{ А}.$$

Определим напряжение сварки для заполняющих проходов [7]:

$$U_c = 14 + 0,05 \cdot I_c, \quad (3.15)$$

$$U_c = 14 + 0,05 \cdot I_c = 14 + 0,05 \cdot 354 = 32 \text{ В.}$$

Расход смеси газов [5]:

$$q_{3Г} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot I_c^{0,75}, \quad (3.16)$$

$$q_3 = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot I_c^{0,75} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot 354^{0,75} = 0,251 \frac{\text{л}}{\text{с}} = 15 \frac{\text{л}}{\text{мин}}.$$

Полученные параметры режима сварки сведем в таблицу 3.4:

Таблица 3.4 - Режимы наплавки в смеси газов стали 65Г

	$d_{\text{эп}},$ мм	$V_c, \text{ м/ч}$	$I_c, \text{ А}$	$U_c, \text{ В}$	$l_b, \text{ мм}$	Расход газа, л/мин	N
Расчетное	1,6	18	354	32	13-19	15	14
Принятое	1,6	18-20	350-370	35-37	13-19	15-17	14

3.2 Технологический раздел

3.2.1 Технологический анализ выбранного производства

При разработке проекта ремонта и восстановления изделия большое значение имеет определение целесообразных форм организации производственных процессов выпуска заданной продукции.

В зависимости от числа различных заданных видов изделий и повторяемости их изготовления может быть установлена принадлежность проектируемого цеха к определённому типу производства (единичное, мелкосерийное, крупносерийное, массовое). Однако не редко в одном цехе предусматривают организацию производства разных типов. Строгих границ между различными типами производств не существует.

Краткие характеристики перечисленных видов производств сводятся к следующему.

Единичное и мелкосерийное производство отличается большой и неустойчивой номенклатурой выпускаемых изделий. В производственном процессе применяют универсальное оборудование «переналаживаемую оснастку». Отсутствует закрепление заготовок и деталей за оборудованием. В основном использует общецеховой транспорт.

В серийном производстве номенклатура выпускаемых изделий ограничена и достаточно устойчива. Изготовление изделий производят периодически повторяющимися сериями на специализированных участках. Применяют универсальное оборудование. Характерно применение простой и комбинированной оснастки. Используют общецеховой и напольный транспорт.

В крупносерийном производстве номенклатура выпускаемых изделий весьма ограничена и устойчива. Изделия производят периодически повторяющимися крупными сериями на специализированных участках, механизированных переменного-поточных линиях. Применяют специализированное оборудование, специальные приспособления. Широко используют подвесной и напольный транспорт.

Массовое производство отличается весьма устойчивой номенклатурой выпускаемой продукции, включающей один (редко два или три) тип изделия в большом количестве. Изделия производят с постоянным ритмом потока на комплексно-механизированных и автоматических поточных линиях с применением специализированного межоперационного транспорта.

На основании вышеизложенных характеристик и данных справочной литературы [10], учитывая, что годовая программа выпуска продукции составляет $N = 900$ штук, а масса колеса равна 73 кг, заключаем, что проектируемое ремонтное производство относится к типу серийного.

3.2.2 Общая структура процесса восстановления изделия

Технологический процесс ремонта и восстановления колеса начинается с наплавки изношенных поверхностей.

Ремонт и восстановление колеса производится на установке для наплавки (операции 010-015). Токарная обработка производится на винторезном станке (операции 020-025). Затем производится обработка шпоночного паза на горизонтально-протяжном станке (операция 030). Далее в печи производится закалка (операция 035). Обработка поверхностей под подшипники производится на кругошлифовальном станке (операция 040). Контроль выполняется на столе дефектовщика (операция 045).

Подробно процесс ремонта и восстановления колеса приведен в технологическом процессе (Приложение В).

К технологичным изделиям обычно относятся конструкции с самой низкой себестоимостью, а сварные конструкции из большого числа металлоёмких элементов, изготовление которых известными способами и средствами невозможно, либо вызывает затруднение и усложнение технологических операций, повышения трудоёмкости, увеличение производительности цикла и повышение себестоимости относят к нетехнологичным. Колесо состоит из одной монолитной детали, при ремонте обтачиваются и завариваются изношенные поверхности.

На стадии разработки технологии ремонта металлических изделий уровень технологичности должен оцениваться по всей совокупности показателей, охватывающий обрабатывающую и восстановительные стадии ремонта.

Перечень показателей технологичности изделий устанавливается в зависимости от состава и характера факторов, к которым относятся: число и конструктивно-технологическая сложность элементов (заготовок, деталей, узлов), используемых при изготовлении сварной конструкции; уровень

унификации, стандартизации и взаимозаменяемости элементов конструкции; степень соответствия размеров и форм готовых деталей; количество обрабатываемых поверхностей; требование к качеству обработки, к точности сборки под сварку; объём трудоёмких подгоночных операций; использование новых материалов.

Оценка технологичности.

Технологичность – совокупность свойств конструкции, определяющих её приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, техническом обслуживании и ремонте для заданных показателей качества, объёма выпуска и условий выполнения работ [10].

Технологичность конструкции изделия может быть различной для разных типов производства и должна рассматриваться в комплексе с заготовительными операциями.

Для толщин от 3 до 6 мм используются механические способы резки, так как этот метод является наиболее целесообразным.

Применение оснастки позволяет до минимума сократить потери рабочего времени на установку и кантовку при наплавке. Это позволяет снизить трудоёмкость и длительность производственного процесса.

3.2.3 Сравнительная оценка вариантов технологического процесса изготовления изделия и выбор оптимального

Весь технологический процесс представляет собой последовательность взаимосвязанных операций.

В предлагаемом варианте технологического процесса работы, сопряжённые с нагрузками, выполняются с использованием крана-балки.

Согласно базовому технологическому процессу при ремонте тягового колесанаплавка выполняется под слоем флюса (сварочный трансформатор ТДФЖ-1002 и сварочный автомат ГДФ-1001).

Заменим сварочное оборудование на оборудоване, обеспечивающее сварку сплошной проволокой, сварочный полуавтомат MIG-500GF КЕДР (НАКС).

Предлагаемый технологический процесс ремонта и восстановления колеса выполняется полуавтоматической наплавкой в смеси газов.

3.2.4 Нормирование операций

Техническое нормирование является основой правильной организации труда и заработной платы, а технические нормы времени - главным критерием при расчете потребного количества и загрузки оборудования и определения числа рабочих.

Норма штучного времени $T_{ш}$, мин. для всех видов дуговой сварки определяется по формуле [11]:

$$T_{ш} = (T_{н.ш-к} \cdot L + t_{ви}) \cdot K_{п}, \quad (3.17)$$

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

L – длина наплавляемой поверхности, мм,

$t_{ви}$ – вспомогательное время, зависящее от изделия и типа оборудования, согласно литературе [11] составляет 0,6, мин.

Неполное штучно-калькуляционное время определяется по формуле:

$$T_{н.ш-к} = (T_o + t_{вш}) \cdot \left(1 + \frac{a_{обс.} + a_{отл.} + a_{п-з}}{100}\right), \quad (3.18)$$

где T_o – основное время сварки, мин,

$t_{вш}$ – вспомогательное время, зависящее от длины наплавляемой поверхности согласно литературе [11], $t_{вш} = 0,75$ мин,

$a_{обс.}$, $a_{отл.}$, $a_{п-з}$ – соответственно время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности, подготовительно - заключительную работу, % к оперативному времен. Для автоматической наплавки плавящимся электродом под слоем флюса сумма коэффициентов составляет 27%, [11].

Основное время для автоматической наплавки плавящимся электродом в смеси газов определяется по формуле:

$$T_o = \frac{F_1 \cdot \gamma \cdot 60}{I_1 \cdot \alpha} \cdot \frac{F_n \cdot \gamma \cdot 60}{I_n \cdot \alpha}, \quad (3.19)$$

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

I – сила сварочного тока, А;

γ – плотность наплавленного металла, г/см³;

α_n – коэффициент наплавки, г/(А·ч).

Для примера рассчитаем норму времени механизированной наплавки плавящимся электродом в смеси газов на выполнение наплавленного слоя в операции 010.

Исходные данные:

- марки сталей: 65Г;
- марка электродной проволоки Нп-50 (для предлагаемого варианта);
- наплавляемая подготовленная поверхность;
- длина наплавляемой поверхности 1570 мм;
- положение наплавляемой поверхности нижнее;
- площадь поперечного сечения наплавленного металла $F=425$ мм²;
- коэффициент наплавки для сварочной проволоки Нп-50 при механизированной сварке составляет $\alpha_n=15$ г/(А·ч).

Количество проходов – $n = 14$ шт.

$$T_o = \frac{30,36 \cdot 7,85 \cdot 60}{388 \cdot 15} \cdot 14 = 34,4 \text{ мин.}$$

Неполное штучно-калькуляционное время находим по формуле:

$$T_{\text{н.шт-к}} = (34,4 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 44,64 \text{ мин.}$$

Определим норму штучного времени:

$$T_{\text{ш}} = 44,64 \cdot 1,57 + 0,6 = 70,08 \text{ мин.}$$

Данные расчетов сводим в таблицу 3.5.

Таблица 3.5 – Нормы штучного времени базового и предлагаемого технологических процессов изготовления колеса

№ опер.	Базовый техпроцесс		Предлагаемый техпроцесс	
	Наименование операции	Т _{шт} , мин.	Наименование операции	Т _{шт} , мин.
005	Моечная	40	Моечная	40
010	Дефектовочная	5,3	Дефектовочная	5,3
015	Наплавочная	191,3	Наплавочная	178,98
020	Токарная	2,5	Токарная	2,5
025	Токарная	2,6	Токарная	2,6
030	Протяжная	20	Протяжная	20
035	Термическая	300	Термическая	300
040	Шлифовальная	2,52	Шлифовальная	2,52
045	Контрольная	3,1	Контрольная	3,1
Итого:		567,32		555

3.2.5 Выбор технологического оборудования

Рассчитанные параметры режима позволяют сформулировать требования к оборудованию для ремонта и восстановления данного изделия. Основными критериями для окончательного выбора рациональных типов оборудования должны служить их следующие принципы:

1. Техническая характеристика, наиболее отвечающая всем требованиям принятой технологии.
2. Наибольшая эксплуатационная надежность и относительная простота обслуживания.
3. Наибольший КПД и наименьшее потребление электроэнергии при эксплуатации.

4. Наименьшие габаритные размеры оборудования.
5. Наименьшая масса.
6. Наименьшая сумма первоначальных затрат на приобретение и монтаж оборудования.
7. Минимальный срок окупаемости.

Современные механизированные и автоматизированные сварочные системы не редко строятся на базе унифицированных узлов и приспособлений. Горелка закрепляется в специальном механизме перемещения, который обеспечивает стабильную скорость сварки и может функционировать в различных пространственных положениях.

Автоматизированные системы для сварки, построенные на базе унифицированных сварочных горелок, имеют неоспоримые достоинства, обусловленные тем, что в качестве рабочего органа применяется именно сварочная горелка, а не специальная сварочная головка. Основные преимущества сварочных горелок – относительная конструктивная и эксплуатационная простота [12].

Исходя из соображений технологического, экономического и эксплуатационного характера приняли сварочное оборудование Инверторный сварочный полуавтомат MIG-500GF КЕДР (НАКС).

Полуавтомат MIG-500GF КЕДР предназначен для полуавтоматической дуговой сварки (MIG/MAG) на постоянном токе до 500А в среде защитного (инертного) газа малоуглеродистых, низколегированных и нержавеющей сталей сплошной или порошковой сварочной проволокой. Может применяться для сварки алюминиевых сплавов. Особенности MIG-500GF:

- полуавтомат имеет систему контроля сварочных динамических характеристик, обеспечивая стабильность горения дуги, низкий уровень разбрызгивания металла, прекрасную форму шва, высокую эффективность сварки;
- источник защищен от пониженного напряжения, короткого замыкания и перегрева;

- плавная дистанционная регулировка сварочного тока и напряжения потенциометрами на механизме подачи;
- цифровая индикация сварочного тока и напряжения;
- функция заварки кратера с отдельной регулировкой тока и напряжения угасания;
- плавная регулировка индуктивности, позволяющая изменять «жесткость» дуги, глубину проплавления и степень разбрызгивания;
- тестовая подача сварочной проволоки и защитного газа;
- кассета с проволокой находится в пластиковом кожухе;
- переносной механизм подачи проволоки (МПП) в прочном корпусе;
- надежное, долговечное устройство подачи с четырьмя роликами и мощным мотор-редуктором;

В комплект входит 5-ти метровый кабель - пакет, включающий кабель управления с разъемами, силовой сварочный кабель с токовыми вставками и газовый рукав. Оболочка кабель-пакета защищает внутренние кабели и рукав от повреждений при эксплуатации.

Область применения сварочного полуавтомата MIG-500GF: сварка ответственных конструкций в машиностроении, энергетике, химической и нефтяной промышленности. Сварка трубопроводов, производство котлов и сосудов, судоремонт. Технические характеристики инверторного сварочного полуавтомата MIG-500GF КЕДР представлены в таблице 3.6.

Таблица 3.6 - Технические характеристики инверторного сварочного полуавтомата MIG-500GF КЕДР (НАКС) [13]

Наименование параметра	Значение
1	2
Напряжение питания, 50Гц, В, (допустимое отклонение)	380 (±15%)
Потребляемая мощность, кВА	19,8
Потребляемый ток, А	37,5
Продолжительность включения, ПВ, %	60

Продолжение таблицы 3.6

1	2
Диапазон регулирования рабочего напряжения, В, режим MIG/MAG	22-39
Напряжение холостого хода, В	60,0
Диапазон регулирования скорости подачи сварочной проволоки, м/мин	3,5-20
Диаметр сварочной проволоки, мм,	1,0-1,6
Диапазон регулирования сварочного тока, А,	60-500
КПД, %	85
Коэффициент мощности	0,93
Род сварочного тока	постоянный
Питание подогревателя газа, 36В, 50Гц	есть
Масса проволоки на кассете, кг, не более	18,0
Габаритные размеры источника питания, мм	650x310x640
Габаритные размеры механизма подачи, мм	640x250x300
Масса источника питания, кг	42,0
Масса механизма подачи, кг	16,0

3.2.6 Контроль технологических операций

Обеспечение высокого качества сварочных и наплавочных работ – наиболее важная проблема в области сварки [14].

В процессе движения крана значительный износ сопровождает реборды крановых колес.



Рисунок 3.1 Дефекты колеса мостового крана

В процессе износа может наблюдаться увеличение фактической площади контакта и повышение микротвердости поверхностных слоев металла.

Предсказать износостойкость металлов только на основании исследования их механических свойств удастся далеко не во всех случаях.

Кроме того, следует иметь в виду, что установить предел прочности, предел текучести, а также пластические и динамические свойства поверхностных слоев весьма сложно, поэтому в большинстве случаев исследовалась только зависимость износостойкости металла от твердости.

Относительную износостойкость обычно рассматривают как характеристику прочности материала, приведенного в состояние наклепа. Этот параметр характеризует механические свойства поверхностного слоя изделия и служит для оценки износостойкости при абразивном износе. Если твердость абразивных зерен значительно выше, чем твердость изнашиваемой стали, то износ зависит от разницы твердостей абразива и стали. Если твердость стали ниже твердости абразивных зерен, но приближается к ней, то при уменьшении этой разницы наблюдается уменьшение износа. Наконец, если твердость абразивных зерен ниже твердости стали, то износ зависит от разности в твердости и быстро уменьшается с увеличением этой разницы. Как известно, твердость характеризует сопротивление металла вдавливанию индентора, однако при испытании на твердость не выявляются микротрещины,

концентраторы напряжений и другие потенциальные источники разрушения. Кроме того, неодинаков характер силового воздействия на металл при вдавливании индентора и при абразивном изнашивании. Так, при абразивном износе наблюдаются две стадии разрушения металла – внедрение абразивной частицы в трущуюся поверхность и срезание стружки или пластическое деформирование. Испытание на твердость в какой-то степени характеризует способность металла сопротивляться внедрению абразивных частиц, однако сопротивление снятию микростружки при этом не выявляется. Сопротивление металла на второй стадии абразивного износа, по-видимому, определяется сопротивлением движению дислокаций (сопротивлением пластическому деформированию под действием тангенциальных сил) и зависит от напряжений, необходимых для преодоления дислокациями барьеров в виде чужеродных атомов, частиц другой фазы и др.

Таким образом, сопротивление металла на второй стадии износа определяется в основном не его твердостью, а структурой.

Особенно существенно влияет на износостойкость углерод. Содержание углерода в пределах от 0,15 до 1,12%, в условиях сухого трения при скорости скольжения 0,5 м/сек и удельном давлении 5 Мн/м² (0,5 кГ/мм²) показало, что с увеличением содержания углерода износостойкость увеличивается.

Нормативный срок службы колеса момтового крана определяется ТКП 45-1.03-103-2009 (02250). На основании этого документа составляется акт осмотра крановых колес с бальной характеристикой каждого из дефектов. В таблице 3.7 приведены наиболее распространенные и нормируемые дефекты.

Таблица 3.7 - Предельные нормы браковки элементов крановых колес

Элементы	Дефекты, при наличии которых элемент выбраковывается
Ходовые колеса кранов и тележек	1. Трещины любых размеров 2. Выработка поверхности реборды до 50% от первоначальной толщины 3. Выработка поверхности катания, уменьшающая первоначальный диаметр колеса на 2% 4. Разность диаметров колес, связанных между собой кинематически, более 0,5%.

После дефектовки всего крана составляется перечень документов:

1. Ведомость дефектов (передается владельцу крана и в СКТБ краностроения).
2. Справка о характере работ, выполняемых краном.
3. Выписка из паспорта об основных параметрах крана.
4. Копия приказа владельца крана о проведении обследования.
5. Акт о проведении статических и динамических испытаний.
6. Результаты проверки химического состава и механических свойств металла несущих элементов металлоконструкций (если проводились).
7. Заключение по результатам неразрушающего контроля (если проводился) с указанием вида контроля и мест, где это выполнялось.
6. Заключение о состоянии кранового пути.

После этого колесо направляется на ремонтный участок (РММ), где по карте контроля еще раз проводится более детальное обследование колеса и при возможности ремонта колесо восстанавливается в основном автоматической дуговой наплавкой под слоем флюса.

В нашем случае колесо поступило со следующими дефектами:

- износ беговой дорожки и реборд;
- износ поверхности отверстия;
- износ шпоночного паза по ширине.

Эскиз дефектов приведен на рисунке 3.2.

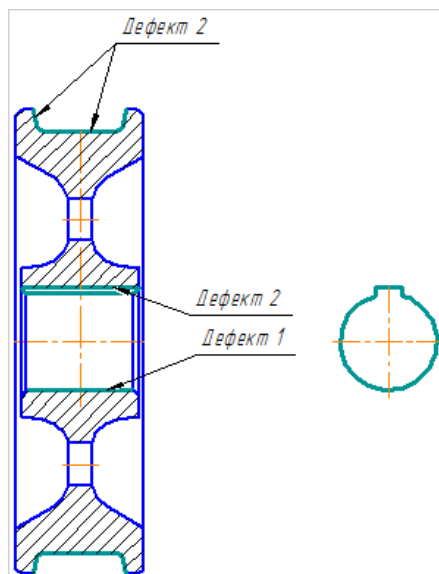


Рисунок 3.2 Эскиз дефектов

Причиной поверхностных дефектов наплавленного слоя может явиться и плохая устойчивость дуги [15].

Наплавленные детали подвергают неразрушающим или разрушающим методам контроля.

Неразрушающие методы контроля качества наплавленного металла.

Применяются следующие методы неразрушающего контроля:

- визуальный контроль для определения качества формирования наплавленного металла, наличия трещин, отколов, свищей и других дефектов, выходящих на поверхность наплавленного металла;
- люминесцентный или цветной контроль с целью выявления дефектов выходящих на поверхность наплавленного металла, но не выявляемых визуально;
- магнитный контроль для выявления дефектов на поверхности и на небольшой глубине под поверхностью наплавленного металла;
- ультразвуковой контроль, гамма- и рентгенодефектоскопия для выявления дефектов в наплавленном слое и на границе сплавления.

Разрушающие методы контроля качества наплавленного металла.

Как правило, разрушающим методам контроля подвергают образцы-свидетели, которые наплавляют и одновременно подвергают термообработке со штатными изделиями. К этой группе методов контроля можно отнести:

- контроль химического состава наплавленного металла;
- механические испытания и контроль твердости наплавленного металла (предел прочности, предел текучести, относительное удлинение и сужение, ударная вязкость, прочность сцепления основного и наплавленного металла на срез и отрыв);
- коррозионные испытания [16].

Сварочные напряжения и деформации, меры борьбы с ними.

Сварка, как и другие процессы обработки металлов, вызывает возникновение в изделиях собственных напряжений.

В зависимости от причины, вызвавшей напряжения, различают:

- тепловые напряжения, вызванные неравномерным распределением температур при сварке;
- структурные напряжения, возникающие вследствие структурных превращений.
- в зависимости от времени существования:
 - временные – существующие лишь в определённый момент времени;
 - остаточные – остаются в изделии после исчезновения причины, их вызвавшей.

В зависимости от размеров области:

- напряжения первого рода, которые действуют и уравниваются в крупных объёмах, соизмеримых с размерами изделия или его основных частей;
- напряжения второго рода – уравниваются в микрообъёмах тела в пределах одного или нескольких зёрен металла;
- напряжения третьего рода – уравниваются в объёмах, соизмеримых с атомной решёткой.

Сварочные напряжения являются напряжениями первого рода.

По направлению действия напряжения и деформации различают:

- продольные (вдоль оси шва);
- поперечные (поперёк оси шва).

По виду напряжённого состояния:

- линейные (действующие в одном направлении);
- плоскостные (действующие в двух направлениях);
- объёмные (действующие в трёх направлениях).

В зависимости от изменения при сварке форм и размеров детали различают:

- деформации в плоскости – проявляются в изменении формы и размеров детали. Они могут быть продольными, поперечными и изгиба;
- деформации из плоскости – проявляются в образовании поперечных или продольных волн, изломов и т.д.

Весь комплекс мероприятий по борьбе с деформациями и напряжениями от сварки можно расчленить на две основные группы:

- мероприятия, предотвращающие вероятность возникновения деформаций и напряжений;
- мероприятия, обеспечивающие последующее исправление деформаций и снятие возникших напряжений [14].

С целью предотвращения развития деформаций, обеспечения требуемых форм и точности сварных конструкций, проводятся различные мероприятия, начиная со стадии проектирования и, кончая самим процессом изготовления сварного изделия:

- минимальная протяжённость сварных швов, минимальное сечение швов, удовлетворяющее расчётным условиям, что приводит к уменьшению остаточных деформаций и напряжений;
- симметричное расположение швов;
- оптимизация последовательности выполнения сборочно-сварочных работ;
- закрепление изделия в приспособлениях;
- прихватка деталей для исключения смещения их при сварке.

Эти меры в полной мере обеспечивают достаточно хорошее качество изделия. Применение каких-либо других способов борьбы с деформациями и напряжениями нецелесообразно, так как это ведёт к неоправданному удорожанию изделия.

При ремонте колеса применяется визуальный способ контроля сварных швов. Данным способом контролируют исходные детали и готовую продукцию, обнаруживают отклонения формы деталей и изделий, изъяны металла, обработки поверхности и видимые дефекты сварных швов.

Преимущества визуального контроля:

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

3.2.7 Разработка технической документации

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

При этом должны быть достигнуты соответствующие требования чертежа, точность сборки, возможная наименьшая продолжительность сборки и сварки соединяемых деталей, максимальное облегчение условий труда, обеспечение безопасности работ. Выполнение этих требований достигается применением соответствующих рациональных сборочных приспособлений, подъёмно-транспортных устройств, механизации сборочных процессов [17].

Разработка технологических процессов включает:

- расчленение изделия на сборочные единицы;
- установление рациональной последовательности сборочно-сварочных, слесарных, контрольных и транспортных операций;

- выбор типов оборудования и способов сварки.

В результате должны быть достигнуты:

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

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

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

- наименование и условное обозначение изделия;
- название и условное обозначение (номер) сборочной единицы;
- число данных сборочных единиц в изделии;
- перечень данных сборочных единиц в изделии;
- название цеха;
- указание, откуда должны поступить детали на сборку и сварку и куда должна быть отправлена готовая сборочная единица;
- последовательный перечень всех операций;
- сведения по каждому переходу (приспособления, сварочное оборудование, рабочий и мерительный инструмент);
- данные о принятых способах и режимах сварки
- сведения о числе рабочих, их специальности и квалификации;
- нормы трудоёмкости, расходы основных и вспомогательных материалов [12].

3.3 Конструкторский раздел

3.3.1 Общая характеристика механического оборудования

Механизация и автоматизация производственного процесса изготовления сварных изделий представляет собой одну из основных задач современного сварочного производства, решение которой значительно повышает производительность труда.

Сборочные операции при изготовлении сварных конструкций имеют целью – обеспечение правильного взаимного расположения деталей собираемого изделия. Наиболее рационально для сборки использовать прижимы.

Кантователь позволяет облегчить кантовку изделия во время наплавки. Применение при этом модернизированного фиксатора сокращает вспомогательное время на установку изделия в кантователь.

В связи с тем, что изделие обладает значительной массой для кантовки и перемещения используется кран-балка грузоподъемностью 2 тонны.

3.3.2 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений

Одним из самых главных и наиболее эффективных направлений в развитии технического прогресса являются комплексная механизация и автоматизация производственных процессов, в частности процессов сварочного производства. Специфическая особенность этого производства - резкая диспропорция между объемами основных и вспомогательных операций. Собственно сварочные операции по своей трудоемкости составляют всего 25-30 процентов общего объема сборочно-сварочных работ, остальные 70-75 процентов приходятся на долю сборочных, транспортных и различных

вспомогательных работ, механизация и автоматизация которых осуществляется с помощью так называемого механического сварочного оборудования в общем комплексе механизации или автоматизации сварочного производства, то их можно охарактеризовать цифрой 70-75 процентов всего комплекса цехового оборудования.

В данной выпускной квалификационной работе в предлагаемом технологическом процессе используется кантователь для наплавки представленный на чертеже ФЮРА.000001.239.00.000 СБ.

3.4 Пространственное расположение производственного процесса

3.4.1 Состав сборочно-сварочного цеха

Рациональное размещение в пространстве запроектированного производственного процесса и всех основных элементов производства, необходимых для осуществления этого процесса, требует разработки чертежей плана и разрезов проектируемого цеха [10].

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

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

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

- вспомогательные отделения: цеховой склад металла, промежуточный

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

- административно - конторские и бытовые помещения: контора цеха, гардероб, уборные, умывальные, душевые, буфет, комната для отдыха и приема пищи, медпункт [10].

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

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

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

3.4.2 Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха

Размещение цеха - всех его производственных отделений и участков, а

также вспомогательных, административно-конторских и бытовых помещений должно по возможности полностью удовлетворять всем специфическим требованиям процессов, подлежащих выполнению в каждом из этих отделений.

Эти требования обуславливаются главным образом индивидуальными особенностями заданных сварных конструкций и соответствующих рационально выбранных способов их изготовления; характерными особенностями типа производства и организационных форм его существования; степенью производственной связи основных отделений и участков с другими производственными и вспомогательными отделениями цеха [10].

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

3.4.3 Расчет основных элементов производства

3.4.3.1 Определение требуемого количества оборудования

Необходимое количество оборудования находится по формуле [10]:

$$C_p = \frac{N \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_d \cdot K_{вн}}, \quad (3.20)$$

где N – годовая производственная программа, шт., $N = 900$ шт.;

$T_{шт}$ - трудоемкость определенной операции, мин.;

F_d -действительный годовой фонд времени работы оборудования, $F_d=3752$ ч.;

$K_{вн}$ – коэффициент выполнения норм, $K_{вн}=1,0$.

Определяем необходимое количество вспомогательных приспособлений, оборудования и рабочих и данные расчета сводим в таблицы 3.8, 3.9 и 3.10. Определение количества оборудования осуществляем путем округления расчетного количества оборудования C_p до целого числа в большую сторону.

Коэффициент загрузки оборудования определяем по формуле [20]:

$$K_{30} = C_p / C_n \cdot 100, \quad (3.21)$$

где C_p – расчетное количество оборудования, шт.;

C_n – принятое количество оборудования, шт.

Таблица 3.8 – Количество вспомогательного оборудования, необходимого для изготовления изделия и коэффициент его загрузки

Номер операции	Наименование оборудования	$T_{ш}$, мин	C_p , шт	C_n , шт	K_{30} , %
Базовый технологический процесс					
005	Моечная машина ОМ-83	40	0,16	1	16
010-015	Кантователь	196,6	0,78	1	78,5
020-025	Станок токарно-винторезный 1М65	5,1	0,02	1	2
030	Горизонтально-протяжной станок 7655	20	0,08	1	8
035	Печь для закалки	300	1,12	2	59,9
040	Станок круглошлифовальный	2,52	0,01	1	1
045	Стол дфектовщика	3,1	0,01	1	1,2
Предлагаемый технологический процесс					
005	Моечная машина ОМ-83	40	0,16	1	16
010-015	Кантователь	184,3	0,74	1	73,6
020-025	Станок токарно-винторезный 1М65	5,1	0,02	1	2
030	Горизонтально-протяжной станок 7655	20	0,08	1	8
035	Печь для закалки	300	1,2	2	59,9
040	Станок круглошлифовальный	2,52	0,01	1	1
055	Стол дфектовщика	3,1	0,01	1	1,2

Определяем необходимое количество сварочного оборудования и данные расчета сводим в таблицу 3.9.

Таблица 3.9 – Количество сварочного оборудования, необходимого для изготовления изделия и коэффициент его загрузки

Технологический процесс	С _п , шт	К _{зо}
Базовый	1	78,5
Предлагаемый	1	73,6

В соответствии с количеством рабочих мест принимаем для базового варианта количество сварочного оборудования равным 1 шт. и принятого варианта количество сварочного оборудования равным 1 шт.

3.4.3.2 Определение состава и численности работающих

Определим необходимое количество основных рабочих. Основными считаются те рабочие, которые заняты выполнением операций технологического процесса по изготовлению продукции. Количество основных рабочих – списочное и явочное определяется по формуле [17]:

$$P_{\text{сп}} = \frac{N \cdot T_{\text{шт}}}{60 \cdot F_{\text{д}} \cdot K_{\text{вн}}}, \quad (3.22)$$

$$P_{\text{яв}} = \frac{N \cdot T_{\text{шт}}}{60 \cdot F_{\text{н}} \cdot K_{\text{вн}}}, \quad (3.23)$$

где N – годовая программа выпуска изделия, шт.; N = 900 шт.;

T_{шт} – трудоемкость технологического процесса, мин.;

F_д – действительный фонд рабочего времени, ч F_д = 1739 ч.;

F_н – номинальный фонд рабочего времени, ч; F_н=1976 ч.;

K_{вн} – коэффициент выполнения норм.

Численность основных рабочих рассчитывается для двухсменного режима работы. Затем полученное число рабочих распределяют по сменам и по

операциям технологического процесса в зависимости от загрузки оборудования на этих операциях.

Расчетная величина численности основных рабочих получается дробной, поэтому ее округляют до целого числа в большую сторону и называют принятой $P_{п.}$

Численность вспомогательных рабочих рассчитывается в процентах от основных рабочих по формуле [17]:

$$P_{всп} = P_{сп} \cdot П / 100, \quad (3.24)$$

где $P_{сп}$ – принятое списочное число основных рабочих, чел.;

$П$ – процент вспомогательных рабочих, $П=25\%$.

Численность инженерно-технических работников, служащих и младшего обслуживающего персонала определяем по формуле [17]:

$$P_{итр} = (P_{сп} + P_{всп}) \times П / 100, \quad (3.25)$$

где $П$ для ИТР–8%, счетно-конторская служба–3%; МОП–2%, контролеры–1%.

Результаты расчетов сводим в таблицу 3.10.

Таблица 3.10 – Количество рабочих на участке

Вариант технологического процесса	Базовый	Предлагаемый
Трудоемкость $T_{ш}$, мин.	567,32	555
Расчетное/принятое списочное число основных рабочих $P_{сп}$ и $P_{п}$, чел.	4,89/5	4,79/5
Расчетное/принятое явочное число основных рабочих $P_{яв}$ и $P_{п}$, чел.	4,31/5	4,21/5
Расчетное/принятое число вспомогательных рабочих $P_{яв}$ и $P_{п}$, чел.	1,25/2	1,25/2
Расчетная/принятая численность ИТР, чел.	0,56/1	0,56/1
Расчетная/принятая численность счетно-конторская служба, чел.	0,21/1	0,21/1
Расчетная/принятая численность МОП, чел.	0,14/1	0,14/1
Расчетная/принятая численность контролеров, чел.	0,07/1	0,07/1

Определяем коэффициент сменности по формуле [17]:

$$k_p = P_{яв} / P_{яв1}, \quad (3.26)$$

где k_p – коэффициент сменности,

$P_{яв1}$ – число рабочих в первую смену, чел.

Для базового технологического процесса:

$$k_p = 5/3 = 1,67.$$

Для предлагаемого технологического процесса:

$$k_p = 5/3 = 1,67.$$

3.4.4 Планировка заготовительных отделений

Заготовительные отделения сборочно-сварочного цеха обычно располагают в продольных пролетах. При этом они либо служат продолжением продольных пролетов сборочно-сварочных отделений, либо располагаются параллельно этим пролетам.

Заготовительные отделения для данной компоновки, когда пролеты сборочно-сварочного и заготовительного отделений составляют продолжения один другого, планируют в следующем порядке:

- из общего количества различных сортов металла, подлежащего обработке в заготовительном отделении, выделяют группы сходных сортов металлов, поддающихся обработке на одинаковых группах станков;
- общее количество станков различных типоразмеров подразделяют на количество групп, равное установленному выше количеству групп подлежащих обработке сортов металлов;
- количество групп станочного оборудования, полученное на основе описанных выше данных, размещают в пролетах заготовительного отделения, число которых равно установленному ранее числу пролетов сборочно-сварочного отделения [10].

Если при планировке заготовительного отделения требуемое число

пролетов последнего получается меньше установленного количества пролетов для сборочно-сварочного отделения, площадь, остающаяся в пролетах, не занятых заготовительным отделением, используют для размещения различных вспомогательных производств и помещений (мастерских – инструментальной, ремонтной) [10].

3.4.5 Планировка сборочно-сварочных отделений и участков

При разработке плана отделений узловой и общей сборки и сварки основным является определение требуемого числа пролетов и необходимых размеров каждого из них – длины, ширины, высоты. Эти параметры, принятые приблизительно при составлении компоновочной схемы цеха, подлежат уточнению в процессе подробной разработки технологического плана с учетом рекомендуемых размеров пролетов по нормам технологического проектирования.

При детальном проектировании основным методом уточнения указанных параметров плана отделений сборки и сварки служит последовательное (по ходу выполнения технологического процесса) размещения на плане принятого по расчету количества оборудования, сборочно-сварочных стендов и других рабочих мест. При этом стремятся не только обеспечить прямоточность производства, но также достигнуть наилучшего использования грузоподъемности транспортных средств.

В схеме компоновки цеха с продольным направлением производственного потока процессы как узловой, так и общей сборки и сварки каждого изделия расположены в одних и тех же продольных пролетах, специализация которых осуществляется по производству отдельных типов заданных для изготовления изделий. В связи с этим для рассматриваемой схемы планировки цеха необходимое число пролетов зависит от количественного соотношения заданных к производству изделий разных типов.

В таком случае требуемое число пролетов можно приближенно оценить на основе их специализации с уточнением его в процессе последующего размещения оборудования и рабочих мест на плане проектируемого цеха [10].

После проведения всех подсчетов и установления на основе указанных выше соображений рационального взаимного расположения продольных пролетов приступают к нанесению на бумагу в принятом масштабе сетки колонн проектируемого цеха и к размещению в его пролетах оборудования и рабочих мест.

Планировку элементов производства в каждом пролете сборочно-сварочных отделений выполняют сообразно с последовательностью работ, указанной в ранее разработанной карте технологического процесса.

Одновременно с вычерчиванием габаритов рабочих мест в проходах, вокруг последних указывают также размещение рабочих.

3.4.6 Степень и уровень механизации и автоматизации производственного процесса

Результаты разработки и внедрения в проект сборочно-сварочного участка ремонта и восстановления колеса комплексной механизации и автоматизации оценивают особыми показателями, определяющими достигнутые степень и уровень механизации и автоматизации предусмотренных работ по изготовлению заданных к выпуску изделий.

Прежде всего, всякая замена ручного труда работой механизмов, машин и автоматов является механизацией и автоматизацией производственных процессов.

Однако машины и автоматы бывают разные. Одни из них могут представлять собой менее или более прогрессивную технологию изготовления изделий и следовательно, отличаться меньшей или большей производительностью, чем другие. Поэтому, наряду с определением

количественного охвата всех работ механизацией и автоматизацией необходимо определять ее качественный уровень.

Количественный уровень (степень) механизации выражают в процентах и вычисляют по формуле [10]:

$$C_m = \frac{k \cdot T_m}{T_{\text{нм}} + k T_m} \cdot 100\%, \quad (3.27)$$

где T_m – трудоемкость работ, выполняемых механизированным способом, мин,
 $T_m = 3141$ ч;

$T_{\text{нм}}$ – трудоемкость работ, выполняемых немеханизированным способом,
 $T_{\text{нм}} = 5174$ ч;

k – коэффициент повышения производительности труда на данном участке,
 $k = 2$ [10].

$$C_m = \frac{2 \cdot 3141}{5174 + 2 \cdot 3141} \cdot 100\% = 93 \, \%.$$

Качественный уровень механизации производственного процесса можно определить по формуле [9]:

$$Y_m = C_m(1 - 1/k) = 54,78(1 - 1/2) = 27,39\%. \quad (3.28)$$

3.4.7 Расчет и планировка административно-конторских и бытовых помещений

При каждом сборочно-сварочном цехе либо в отдельном здании вблизи цеха должны быть предусмотрены административно-конторские и бытовые помещения.

Правила проектирования административно-конторских и бытовых помещений изложены в «Санитарных нормах проектирования промышленных предприятий». Перечень этих помещений, а также расчетные нормы требуемой площади для данного участка ремонта и восстановления колеса представлены в таблице 3.11.

Таблица 3.11 – Планировка административно-конторских и бытовых помещений

Помещения	Расчетная единица	Условия для определения требуемого количества расчетных единиц	Площадь, м ²	
			Полезная	Общая
Контора цеха	Рабочее место	Один стол на каждого сотрудника	-	4х3
Гардеробные	Индивидуальный шкаф 0,35х0,5 м	Один шкаф на каждого работающего по списочному составу	0,18	0,43х15
Уборные	Кабина 1,2х0,9 м	При максим. явочном числе работающих в смену до 20 чел.	1,08	3,06х8
	Шлюз (тамбур)		-	6,8
Душевые	Кабина 0,9х0,9 м	Одна кабина на каждые 10 явочных рабочих	0,81	1,62х2
	Место для переодевания 0,7х0,5 м	Три места на каждую кабину	0,35	1х6
	Тамбур	Между душевой и раздевальной один тамбур	-	4
Помещения для приема пищи	Комната	1 м ² /чел. По явочному составу	-	1х8

Все бытовые и административно-конторские помещения цеха часто размещают в особой пристройке к основной производственной части здания

цеха. Местоположение и общую компоновку этой пристройки с остальной частью здания цеха выбирают таким образом, чтобы при увеличении масштабов производства бытовые помещения не могли служить препятствием для расширения производственной части здания.

В целях сокращения пути, который должен проходить рабочий, гардеробные следует располагать возможно ближе к входам в цех. В непосредственной близости от них должны быть расположены уборные, умывальные и душевые.

В целях осуществления санитарно-гигиенических требований эксплуатации бытовых помещений помещения для принятия пищи следует располагать на достаточно большом расстоянии от уборных [19].

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Финансирование проекта и маркетинг

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

Финансирование проекта осуществляется на 50% за счет заказчика, а 50% берет предприятие в банке. Погашение кредита будет осуществляться в соответствии с графиком утвержденным банком выдавшем кредит с учетом процентной ставки банка. Окончательный расчет с банком осуществляется после сдачи оговоренной партии изделия заказчику, и окончательного расчета заказчика с предприятием.

4.2 Сравнительный экономический анализ вариантов

Разработка технологического процесса ремонта и восстановления колеса допускает различные варианты решения.

Колесо представляет собой стальную отливку круглой формы и служит для перемещения крана.

Колесо является конкурентноспособным, конкурентами предприятия являются предприятия таких стран как: Китай, Польша, также занимающихся ремонтом крановых колес.

Существует базовый вариант ремонта колеса, который используется на предприятии.

При замене базового варианта технологического процесса ремонта и восстановления на разработанный, необходимо обосновать экономическую эффективность, достигнутую при внедрении предлагаемого варианта.

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

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

Определение приведенных затрат производят по формуле [20]:

$$З_{\text{п}} = C + E_{\text{н}} \cdot K, \quad (4.1)$$

где C – себестоимость единицы продукции, руб/изд;

$E_{\text{н}}$ – норма эффективности дополнительных капиталовложений, (руб/год)/руб;

K – капиталовложения, руб/ед.год.

Согласно базовому технологическому процессу ремонтные операции при восстановлении колеса производятся на кантователе с подшипниками скольжения.

Наплавка производится сплошной проволокой под слоем флюса, в качестве сварочного оборудования используется сварочный трансформатор ТДФЖ-1002 и сварочный автомат ГДФ 1001.

В предлагаемом технологическом процессе применим кантователь с подшипниками скольжения для сварки и наплавки.

Для данного вида наплавки применим современное российское сварочное оборудование, которым заменим устаревшее оборудование.

Проведем технико-экономический анализ сравнения базового и предлагаемого вариантов. Нормы штучного времени базового и предлагаемого технологических процессов изготовления колеса приведены в таблице 3.7.

4.2.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

Капитальные вложения в оборудование определяем по формуле [20]:

$$K_{co} = \sum_{i=1}^n \Pi_{oi} \cdot O_i \cdot \mu_{oi}, \quad (4.2)$$

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

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

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

Цены на оборудование берутся за 01.01.2016 (смотри таблицу 4.1).

Таблица 4.1 – Оптовые цены на сварочное оборудование [21] [22] [13]

Наименование оборудования	Ц _о , руб
Базовый технологический процесс	
ГДФ 1001 1 шт.	395000
ТДФЖ-1002 1 шт.	347000
Предлагаемый технологический процесс	
MIG-500GF КЕДР (НАКС) 1 шт.	110500

Капитальные вложения в сварочное оборудование приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Капитальные вложения в сварочное оборудование

Наименование оборудования	K _{co} , руб.·год
Базовый технологический процесс	
ГДФ 1001 1 шт.	310347
ТДФЖ-1002 1 шт.	
Предлагаемый технологический процесс	
MIG-500GF КЕДР (НАКС) 1 шт.	93251

Капитальные вложения в приспособления найдем по формуле [8]:

$$K_{\text{пр}} = \sum_{j=1}^m K_{\text{пр}j} \cdot \Pi_j \cdot \mu_{\text{п}j}, \quad (4.3)$$

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

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

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

Капитальные вложения в приспособления приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Капитальные вложения в приспособления

Наименование оборудования	Ц _{пр.} руб	Базовый тех. процесс		Предлагаемый тех. процесс	
		С _п , шт	К _{пр} , руб. · год	С _п , шт	К _{пр} , руб. · год
Моечная машина ОМ-83	92000	1	14720	1	14720
Станок токарно- винторезный 1М65.	590000	1	11800	1	11800
Горизонтально-протяжной станок 7655	29500	1	2360	1	2360
Печь для заковки	567000	2	1019466	2	1019466
Станок круглошлифовальный	650000	1	6500	1	6500
Стол дефектовщика	50000	1	600	1	600
Кантователь	54000	1	42390	-	-
Кантователь ФЮРА.000001.239.00.000 СБ	56000	-	-	1	41216
ИТОГО			1097836		1054846

4.2.2 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями

Капитальные вложения в здание определяется по формуле [20]:

$$K_{зд} = \sum_{i=1}^n S_{Oi} \cdot h \cdot \Pi_{зд}, \text{ руб.}, \quad (4.4)$$

где S_{Oi} – площадь, занимаемая оборудованием, $\text{м}^2/\text{ед.}$

Для базового технологического процесса: $S_o=155,7 \text{ м}^2$.

Для предлагаемого технологического процесса: $S_o=155,7 \text{ м}^2$;

h - высота производственного здания, м, $h = 12 \text{ м}$ [18];

$\Pi_{зд}$ – стоимость 1м^3 здания на 01.01.2019 для ОАО “Кузнецкие ферросплавы” составляет, $\Pi_{зд}=94 \text{ руб/м}^3$.

$$K_{здб} = 155,7 \cdot 12 \cdot 94 = 175630 \text{ руб.},$$

$$K_{здп} = 155,7 \cdot 12 \cdot 94 = 175630 \text{ руб.}$$

Определяем капитальные вложения в здание, и результаты заносим в таблицу 4.4.

Таблица 4.4 – Капитальные вложения в здание, занимаемое оборудованием

Наименование оборудования	$K_{зд}$, руб.
Базовый технологический процесс	
ГДФ 1001 ТДФЖ-1002	175630
Предлагаемый технологический процесс	
MIG-500GF КЕДР (НАКС)	175630

4.2.3 Определение затрат на основные материалы

Затраты на металл идущий на изготовление изделия определяем по формуле [23]:

$$C_M = m_M \cdot k_{Т.З.} \cdot \Pi_M, \text{руб./изд.}, \quad (4.5)$$

где m_M – норма расхода материала на одно изделие, кг.;

Π_M – средняя оптовая цена стали 65Г на 01.01.2016, руб./кг.:

- для стали 65Г $\Pi_M = 52,7$ руб./кг;

$k_{Т.З.}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении материалов $k_{Т.З.} = 1,04$ [20].

Так как в данном техпроцессе производится ремонт готового изделия, и ремонт не требует замены деталей, то затраты на металл отсутствуют.

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле [20]:

$$C_{п.с.} = \sum_{d=1}^h G_d \cdot k_{nd} \cdot \psi_p \cdot \Pi_{п.с.}, \text{руб./изд.}, \quad (4.6)$$

где G_d – масса наплавленного металла электродной проволоки и электродов, кг.: $G_d = 5,94$ кг – для проволоки Нп-50 для базового технологического процесса; $G_d = 5,94$ кг – для проволоки Нп-50; для предлагаемого технологического процесса;

k_{nd} – коэффициент, учитывающий расход сварочной проволоки (электрода) [18], $k_{п.с.} = 1,03$;

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

$\Pi_{п.с.1} = 85,6$ – стоимость сварочной проволоки Нп-50, руб/кг по данным ОАО «Кузнецкие ферросплавы» на 01.01.2019;

$$C_{п.с.баз.} = 5,94 \cdot 85,6 \cdot 1,03 \cdot 1,1 = 576,09 \text{ руб.},$$

$$C_{п.с.предл.} = 5,94 \cdot 85,6 \cdot 1,03 \cdot 1,1 = 576,09 \text{ руб.}$$

4.2.4 Определение затрат на вспомогательные материалы

Затраты на защитную смесь газов определяем по формуле [7]:

$$C_{з.г.} = g_{з.г.} \cdot k_{Т.П.} \cdot \Pi_{з.г.} \cdot T_o, \text{руб./изд.}, \quad (4.7)$$

где $g_{з.г.}$ – расход смеси, $g_{з.г.} = 1,038 \text{ м}^3/\text{ч.}$;

$k_{т.п.}$ – коэффициент, учитывающий тип производства, $k_{т.п.} = 1,15$ [19];

$\Pi_{г.з.}$ – стоимость смеси, м^3 , $\Pi_{г.з.} = 61,2 \text{ руб./м}^3$;

T_o – основное время сварки в смеси газов, ч., $T_o = 2,98$ ч. – для базового варианта, $T_o = 2,9$ ч. – для предлагаемого варианта.

Для данного технологического процесса $g_{з.г.} = 1,038 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Для предлагаемого технологического процесса:

$$C_{з.г.} = 1,038 \cdot 1,15 \cdot 61,2 \cdot 2,98 = 217,92 \text{ руб./изд.}$$

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

$$M_{\phi} = K_{р\phi} \cdot G_d, \quad (4.8)$$

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

$$M_{\phi} = 1,2 \cdot 5,94 = 6,06 \text{ кг.}$$

Затраты на сварочный флюс определим по формуле:

$$З_{\phi} = Q_{\phi} \cdot \Pi_{\phi}, \quad (4.9)$$

где Π – цена флюса АН-348А ГОСТ9087-81 по данным ОАО «Кузнецкие ферросплавы» на 01.01.2019; $\Pi_{\phi} = 53,9 \text{ руб./кг}$

$$З_{\phi} = 6,06 \cdot 53,9 = 391,88 \text{ руб.}$$

4.2.5 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле:

$$C_{з.п.сд} = TC \cdot \sum_{i=1}^m \frac{T_{шт}}{60} \cdot K_d \cdot K_{пр} \cdot K_{рай} \cdot \left(1 + \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{100} \right), \quad (4.10)$$

где TC – тарифная ставка на 01.01.2019, руб., $TC = 46,56 \text{ руб.}$;

K_d – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату, $K_d = 1,15$;

$K_{пр}$ – коэффициент, учитывающий процент премии, $K_{пр} = 1,5$;

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

a_1, a_2, a_3, a_4 – страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая – 32,8.

Затраты на заработную плату основных производственных рабочих по базовому технологическому процессу:

$$C_{з.п.сд} = 46,56 \cdot \frac{576,32}{60} \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot \left(1 + \frac{32,8}{100}\right) = 1311,05 \frac{\text{руб}}{\text{изд}}.$$

Заработная плата основных производственных рабочих по предлагаемому технологическому процессу:

$$C_{з.п.сд} = 46,56 \cdot \frac{555}{60} \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot \left(1 + \frac{32,8}{100}\right) = 1282,58 \frac{\text{руб}}{\text{изд}}.$$

4.2.6 Определение затрат на заработную плату вспомогательных рабочих

Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле:

$$C_{з.п.всп} = \sum_{j=1}^k TC_j \cdot \chi_{врj} \cdot \frac{F_d}{12} \cdot K_d \cdot K_{пр} \cdot K_{рай} \cdot \left(1 + \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{100}\right), \quad (4.11)$$

где TC- тарифная ставка вспомогательного рабочего соответствующего разряда на 01.01.2019, руб.:

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

k – количество профессий вспомогательных рабочих;

$\chi_{врj}$ – численность рабочих по соответствующей профессии;

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

K_d – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату, $K_d = 1,15$;

$K_{пр}$ – коэффициент, учитывающий процент премии и доплаты, $K_{пр}=1,3$;

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

a_1, a_2, a_3, a_4 – страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая-32,8.

Затраты на заработную плату слесарей:

$$C_{з.п.слесарей} = 61,58 \cdot 2 \cdot \frac{1769}{12} \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot \left(1 + \frac{32,8}{100}\right) = 54,068,81 \frac{\text{руб}}{\text{изд}},$$

Затраты на заработную плату контролеров ОТК:

$$C_{з.п.ОТК} = 156 \cdot 1 \cdot \frac{1769}{12} \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot \left(1 + \frac{32,8}{100}\right) = 684885,99 \frac{\text{руб}}{\text{изд}},$$

Затраты на заработную плату МОП:

$$C_{з.п.МОП} = 56,78 \cdot 1 \cdot \frac{1769}{12} \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot \left(1 + \frac{32,8}{100}\right) = 24918,36 \frac{\text{руб}}{\text{изд}}.$$

$$C_{зп.вс.р} = C_{зп.слесарей} + C_{зп.ОТК} + C_{зп.МОП} = 54068,81 + 684885,99 + 24918,36 = \quad (4.12) \\ = 147473,16 \text{ руб.}$$

4.2.7 Заработная плата административно-управленческого персонала

Затраты на заработную плату административно-управленческого рассчитываем по формуле:

$$C_{з.п.АУП} = C_{зуп} \cdot Ч_{ауп} \cdot 12 \cdot K_{д} \cdot K_{пр} \cdot K_{рай} \cdot \left(1 + \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{100}\right), \quad (4.13)$$

где $C_{зуп}$ – месячный оклад работника административно-управленческого персонала, $C_{зуп} = 28865$ руб.;

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

$$C_{з.п.АУП} = 28865 \cdot 2 \cdot 12 \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot \left(1 + \frac{32,8}{100}\right) = 2063066,99 \frac{\text{руб}}{\text{год}}.$$

4.2.8 Определение затрат на силовую электроэнергию

Расход технологической электроэнергии найдем по формуле [7]:

$$W_{тэ} = \sum \frac{U_{ci} \cdot I_{ci} \cdot t_{ci}}{\eta_u} + P_x \cdot \left(\frac{T_o}{K_u} - T_o \right), \quad (4.14)$$

где U_c и I_c – электрические параметры режима сварки;

T_o – основное время сварки;

η_u – КПД оборудования, для базового технологического процесса: $\eta_u = 0,92$,
для предлагаемого технологического процесса: $\eta_u = 0,93$;

P_x – мощность холостого хода источника, $P_x = 0,4$ Вт;

K_u – коэффициент учитывающий простой оборудования, $K_u = 0,5$;

Затраты на технологическую электроэнергию определим по формуле [8]:

$$C_{э.с.} = W_{тэ} \cdot \Pi_э, \quad (4.12)$$

где $\Pi_э$ – средняя стоимость электроэнергии по данным ОАО «Кузнецкие ферросплавы», $\Pi_э = 2,34$ руб.

Затраты на электроэнергию по базовому технологическому процессу:
 $C_{э.с.} = 114,81$ руб.

Затраты на электроэнергию по предлагаемому технологическому процессу: $C_{э.с.} = 113,58$ руб.

4.2.9 Определение затрат на сжатый воздух

Затраты на сжатый воздух определяются по формуле [20]:

$$C_{возд} = g_{возд}^{ЭН} \cdot k_{тп} \cdot \Pi_{возд}, \text{ руб./изд}, \quad (4.15)$$

где $g_{возд}^{ЭН}$ – расход воздуха, $\text{м}^3/\text{ч}$.

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

Для изготовления одного корпуса расход воздуха составляет:

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

$\Pi_{\text{возд}} = 0,184295 \text{ руб/м}^3$, стоимость воздуха на 01.01.2019 г.;

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

4.2.10 Определение затрат на амортизацию оборудования

Определяются по формуле [20]:

$$C_3 = \sum_{i=q}^n \frac{\Pi_{oi} \cdot O_i \cdot \mu_{oi} \cdot a_i \cdot r_i}{N_r}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (4.16)$$

где a_i – норма амортизационных отчислений (на реновацию) для оборудования i -го типоразмера, % [19];

$$a_{hi} = \frac{1}{T_{co}} \cdot 100\%, \text{ руб.}, \quad (4.17)$$

где T_{co} – срок службы оборудования ($T_{co}=3 \div 12$ лет);

$$a_{hi} = \frac{1}{7} \cdot 100\% = 14,3 \text{ руб.},$$

r_i - коэффициент затрат на ремонт оборудования, $r_i = 1,15 \dots 1,20$.

Амортизация оборудования приведена в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Амортизация оборудования

Наименование оборудования	Вариант технологического процесса			
	Базовый		Предлагаемый	
	$a_i, \%$	$C_3, \text{руб/изд.}$	$a_i, \%$	$C_3, \text{руб/изд.}$
ГДФ 1001	14,3	59,11		-
ТДФЖ-1002				
MIG-500GF КЕДР (НАКС)		-	14,3	17,76

4.2.11 Определение затрат на амортизацию приспособлений

Затраты на амортизацию приспособлений считают по формуле [20]:

$$C_u = \sum_{j=q}^m \frac{K_{npj} \cdot \Pi_j \cdot \mu_{nj} \cdot a_j}{N_r}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (4.18)$$

где a_j - норма амортизационных отчислений для оснастки j -го типоразмера, $a_j=0,15$ [20];

Результаты расчетов сводим в таблицу 4.6

Таблица 4.6 – Затраты на амортизацию приспособлений

Наименование оборудования	$\Pi_{пр}$, руб	Базовый технологический процесс		Предлагаемый технологический процесс	
		Π_j , шт.	C_u , руб/изд.	Π_j , шт.	C_u , руб/изд.
Моечная машина ОМ-83	92000	1	2,45	1	2,45
Станок токарно-винторезный 1М65.	590000	1	1,97	1	1,97
Горизонтально-протяжной станок 7655	29500	1	0,39	1	0,39
Печь для заковки	567000	2	196,91	2	196,91
Станок круглошлифовальный	650000	1	1,08	1	1,08
Стол дефектовщика	50000	1	0,1	1	0,1
Кантователь	54000	1	7,06	—	—
Кантователь ФЮРА.000001.239.00.000 СБ	56000	-	-	1	6,87
ИТОГО			182,97		182,78

4.2.12 Определение затрат на ремонт оборудования

Затраты на ремонт оборудования определяем по формуле [20]:

$$C_p = \frac{R_m \cdot \omega_m + R_{\varepsilon} \cdot \omega_{\varepsilon}}{T_{pc}} \cdot \sum \frac{T_{ш}}{K_{вн} \cdot 60}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (4.19)$$

где R_m R_{ε} – группа ремонтной сложности единицы оборудования соответственно: механической и электрической части $R_m = 0$ [20];

ω – затраты на все виды ремонта;

T_{pc} – длительность ремонтного цикла, $T_{pc} = 8000$ ч. [20].

Определение затраты на ремонт сводятся в таблицу 4.7.

Таблица 4.7 – Затраты на ремонт оборудования

Наименование оборудования	R_{ε}	ω_{ε}	T , ч	C_p , руб/год.
Базовый технологический процесс				
ГДФ 1001	8	1849,5	9,46	0,24
ТДФЖ-1002				
Итого:				0,24
Предлагаемый технологический процесс				
MIG-500GF КЕДР (НАКС)	7	1096	9,25	0,238
Итого:				0,238

4.2.13 Определение затрат на содержание помещения

Определение затрат на содержание здания определяется по формуле [20]:

$$C_{\pi} = \frac{S \cdot \mu_{oi} \cdot C_{ср.зд}}{N_{\Gamma}}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (4.20)$$

где S – площадь сварочного участка, m^2 , $S = 155,7 m^2$ – для базового варианта,

$S = 155,7 \text{ м}^2$ – для предлагаемого варианта;

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

Затраты на содержание здания по базовому технологическому процессу:

$$C_{\text{п}} = \frac{155,7 \cdot 1 \cdot 250}{900} = 43,25 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

По предлагаемому варианту:

$$C_{\text{п}} = \frac{155,7 \cdot 1 \cdot 250}{900} = 43,25 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

4.3 Расчет технико-экономической эффективности

Определим количество приведенных затрат по приведенной ниже формуле:

$$Z_{\text{п}} = C + \epsilon_{\text{н}} \cdot K, \quad (4.21)$$

где C – себестоимость единицы продукции, руб./ед.;

$\epsilon_{\text{н}}$ – норма эффективности дополнительных капитальных затрат, $\epsilon_{\text{н}} = 0,15 \text{ (руб./ед)/руб.}$ [20];

K_y – удельные капитальные вложения, руб./ ед.год.

Себестоимость продукции за год определяется по приведенной ниже формуле:

$$C = N_{\text{г}} \cdot (C_{\text{м}} + C_{\text{в.м.}} + C_{\text{зп.сд.}} + C_{\text{эс}} + C_{\text{возд}} + C_{\text{з}} + C_{\text{ц}} + C_{\text{р}} + C_{\text{п}}) + C_{\text{зп.вс.р}} \cdot 12 + C_{\text{зп.АУП}}, \quad (4.22)$$

где $C_{\text{м}}$ – затраты на основной материал, руб.;

$C_{\text{вм}}$ – затраты на вспомогательные материалы, руб.;

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

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

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

$C_{\text{з}}$ – затраты на амортизацию оборудования, руб.;

C_u – затраты на амортизацию приспособлений;

C_p – затраты на ремонт оборудования, руб.;

C_n – затраты на содержание помещения, руб.;

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

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

Капитальные вложения находим по формуле:

$$K = K_{co} + K_{пр} + K_{зд}. \quad (4.23)$$

Определим количество приведенных затрат по базовому технологическому процессу:

$$K = 310347 + 1097836 + 175630 = 1583813 \text{ руб/изд. год},$$

$$C = 900 \cdot (0 + 576,09 + 391,88 + 1311,053 + 203,36 + 0,35 + 59,112 + 182,97 + 0,24 + 43,25) + \\ + 147473,17 \cdot 12 + 2063066,99 = 6244536,85 \text{ руб/изд. год},$$

$$З_{п}^1 = 6244536,85 + 0,15 \cdot 1583813 = 6482108,8 \text{ руб/изд. год}.$$

Определим количество приведенных затрат по предлагаемому технологическому процессу:

$$K = 93251 + 1054846 + 175630 = 1323727 \text{ руб/изд. год},$$

$$C = 900 \cdot (0 + 576,09 + 217,92 + 1282,58 + 113,58 + 0,35 + 17,76 + 182,78 + 0,238 + 43,25) + \\ + 147473,17 \cdot 12 + 2063066,99 = 6023838,93 \text{ руб/изд. год},$$

$$З_{п}^2 = 6023838,93 + 0,15 \cdot 1323727 = 6222397,95 \text{ руб/изд. год}.$$

Рассчитаем величину экономического эффекта по формуле:

$$\mathcal{E} = З_{п}^1 - З_{п}^2, \quad (4.24)$$

$$\mathcal{E} = (З_{п}^1 - З_{п}^2) / N_r. \quad (4.25)$$

Величина экономического эффекта от выпуска годовой производственной программы:

$$\mathcal{E} = 6482108,8 - 6222397,95 = 259710,85 \text{ руб./год}.$$

Величина экономического эффекта на единицу изделия составит:

$$\mathcal{E} = (6482108,8 - 6222397,95) / 900 = 288,57 \text{ руб/изд.}$$

4.4 Основные технико-экономические показатели участка

Основные технико-экономические показатели участка представлены в таблице 4.8.

Таблица 4.8 – Основные технико-экономические показатели участка

№п/п	Параметр	Значение
1	2	3
1	Годовая производственная программа, шт.	900
2	Средний коэффициент загрузки оборудования	73,6
3	Производственная площадь участка, м ²	155,7
4	Количество оборудования, шт	1
5	Списочное количество рабочих, чел.	5
6	Явочное количество рабочих, чел	5
7	Количество рабочих в первую смену, чел	3
8	Количество вспомогательных рабочих	2
9	Количество ИТР	1
11	Количество контролеров	1
12	Разряд основных производственных рабочих	4
13	Экономический эффект от внедрения нового технологического процесса, руб./изд.	288,57

Вывод. Результаты расчетов показали, что предлагаемый технологический процесс изготовления корпуса дает положительный экономический эффект.

5 Социальная ответственность

5.1 Описание рабочего места

На участке производится ремонт и восстановление колеса. При ремонте колеса осуществляются следующие операции: токарная обработка, механизированная сварка в среде углекислого газа и аргона, слесарные операции, закалка.

При ремонте колеса на участке используется следующее оборудование:

- | | |
|--|-------|
| - MIG-500GF КЕДР (НАКС) | 1 шт. |
| - моечная машина ОМ-83 | 1 шт. |
| - станок токарно-винторезный 1М65 | 1 шт. |
| - горизонтально-протяжной станок 7655 | 1 шт. |
| - станок круглошлифовальный | 1 шт. |
| - кантователь для наплавки ФЮРА.000001.239.00.000 СБ | 1 шт. |

Перемещение изделия производят кран-балкой грузоподъемностью 2т.

Восстанавливаемое изделие: колесо, он является частью мостового крана. Масса колеса составляет 73 кг.

В качестве материала используют сталь марки 65Г. Наплавка производится: сваркой в смеси Ar (82 %) + CO₂(18 %) сварочной проволокой Нп-50 диаметром 1,6 мм.

Проектируемый участок находится в цехе, имеет одну капитальную стену, с другой стороны располагается проход шириной 2 м для перемещения рабочих и электрокаров. Освещение осуществляется двенадцатью окнами, расположенными в стене здания, а также шестью светильниками, расположенными непосредственно над участком. Количество оконных проемов общее 6. Окраска стен – бежевая.

Завоз деталей в цех и вывоз готовой продукции осуществляется через ворота (2шт.) автомобильным транспортом, также через одни ворота

проложено железнодорожное полотно, т.е. имеется возможность доставки и вывоза грузов железнодорожным транспортом. Вход в цех и выход из него осуществляется через две двери.

На случай пожара цех оснащен запасным выходом и системой противопожарной сигнализации. Все работы производятся на участке с площадью $S = 155,7 \text{ м}^2$.

5.2. Законодательные и нормативные документы

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

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

- положений «Стандартов безопасности труда»;
- законов о труде РФ;
- технологической документации;
- норм и правил отраслевой производственной санитарии и безопасности труда;
- типовых инструкций по ОТ;
- пунктов ЕСТД («Единая система техдокументации»);
- рекомендаций по эксплуатации и паспортов различных видов агрегатов и оборудования, используемого в организации (при этом следует

принимать во внимание статистические данные по производственному травматизму и конкретные условия работы на предприятии).

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

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

Каждый работник имеет право на охрану труда, в том числе:

- на рабочее место, защищенное от воздействия вредных или опасных производственных факторов;
- на возмещение вреда, причиненного увечьем, профессиональным заболеванием либо иным повреждением здоровья, связанными с исполнением им трудовых обязанностей;
- на обучение безопасным методам и приемам труда за счет работодателя и др.

Государство в лице органов законодательной, исполнительной и судебной властей гарантирует право на охрану труда работникам,

участвующим в трудовом процессе по трудовому договору (контракту) с работодателем. Условия трудового договора (контракта) должны соответствовать требованиям законодательных и нормативных актов по охране труда.

Различают единые, межотраслевые, отраслевые правила и нормативные документы по охране труда предприятий и организаций. Единые правила распространяются на все отрасли народного хозяйства, межотраслевые - на ряд отраслей или видов производств, отдельные виды оборудования, для которых правила санитарии общие. Отраслевые правила распространяются на отдельные отрасли и обязательны для всех предприятий данной отрасли при выполнении соответствующих работ.

Отраслевые правила и нормы по охране труда утверждаются министерствами и ведомствами совместно или по согласованию с соответствующими профессиональными союзами и распространяются только на те предприятия и организации, рабочие и служащие которых объединяются данным профсоюзом.

Государственные стандарты разрабатываются в соответствии с постановлением правительства и входят в единую Государственную систему стандартизации.

Основополагающим документом в этой системе является ГОСТ 1.0-68 «Государственная система стандартизации. Основные положения». В нем указывается, что основной целью стандартизации наравне с ускорением технического прогресса и повышением эффективности производства является обеспечение безопасности работающих. Основной целью создания ССБТ является упорядочение нормативно-технической документации в области безопасности труда. Эта система представляет собой комплекс взаимосвязанных стандартов, направленных на обеспечение безопасности труда, и распространяется на производственное оборудование, производственные процессы и средства защиты работающих во всех отраслях народного хозяйства. Задачей ССБТ является установление общих требований

и норм по видам опасных и вредных производственных факторов, общих требований безопасности к производственному оборудованию и производственным процессам, требований к средствам защиты работающих, методов оценки безопасности труда.

К нормативным документам относятся:

1. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. М.: Изд. стандартов, 1989.
2. ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. М.: Изд. стандартов, 1982.
3. ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. М.: Изд. стандартов, 1990.
4. ГОСТ 12.1.046-78. ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация. М.: Изд. стандартов, 1990.
5. ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд. стандартов, 1984.
6. Правила устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат, 1998.
7. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. М.: Энергоатомиздат, 1994.
8. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
9. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. М.: Информ.-издат. центр Минздрава России, 1997.
10. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548096. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996.
11. Строительные нормы и правила СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение. Журнал «Светотехника», №№ 11-12, 1995.

5.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

При выполнении наплавки на работников участка могут воздействовать вредные и опасные производственные факторы: повышенная запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны; ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла; производственный шум; статическая нагрузка на руку; электрический ток [24].

1. Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.

При данном процессе сварки в воздух рабочей зоны выделяется до 180 мг/м^3 пыли с содержанием в ней марганца до 13,7 процентов (ПДК 0,1-0,2 мг/м^3), а также CO_2 до 0,5÷0,6 процентов; CO до 160 мг/м^3 ; окислов азота до $8,0 \text{ мг/м}^3$; озона до $0,36 \text{ мг/м}^3$ (ПДК 0,1 мг/м^3); оксидов железа 7,48 г/кг расходуемого материала; оксида хрома 0,02г/кг расходуемого материала (ПДК 1 мг/м^3) [24, 25].

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

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

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

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

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

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

Пыль, попадающая на слизистые оболочки глаз, вызывает их раздражение, конъюнктивит. Оседая на коже, пыль забивает кожные поры, препятствуя терморегуляции организма, и может привести к дерматитам, экземам. Некоторые виды токсической пыли (известки, соды, мышьяка, карбида кальция) при попадании на кожу вызывают химические раздражения и даже ожоги [26].

На участке ремонта и восстановления колеса применяем приточно-вытяжную вентиляцию и местную вытяжную вентиляцию.

Каждое рабочее место также оборудуется вытяжным отсосом – зонтом, открытой конструкцией, всасывающее отверстие которой приближено к источнику выделений. Средняя скорость поступающего воздуха в проеме составляет 0,3÷3 метров в секунду.

Определим количество конвективного тепла выделяемого источником [27]:

$$Q = 1,5 \cdot \sqrt{t_{\text{и}} + t_{\text{в}}}, \quad (5.1)$$

где $t_{\text{и}}$ и $t_{\text{в}}$ – температура поверхности источника и воздуха, °С.

$$Q = 1,5 \cdot \sqrt{350 + 15} = 27,4 \text{ Вт.}$$

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

$$H = 1,5 \cdot \sqrt{F} = 1,5 \cdot \sqrt{1,62 \cdot 1,68} = 2,47 \text{ м.} \quad (5.2)$$

Расход воздуха ($\text{м}^3/\text{ч}$), подтекающего к зонту с конвективным потоком, определяем по формуле:

$$L_k = 0,68 \cdot \sqrt{Q \cdot F^2 \cdot H}, \quad (5.3)$$

где Q – количество конвективного тепла, выделенного с поверхности источника, Вт,

F – площадь горизонтальной проекции источника тепловыделений, м^2 .

$$L_k = 0,68 \cdot \sqrt{10,4 \cdot 2,72^2 \cdot 2,47} = 9,39 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}},$$

Найдем размеры вытяжного зонта:

$$A = a + 0,8 \cdot H = 1,62 + 0,8 \cdot 2,47 = 3,6 \text{ м,} \quad (5.4)$$

$$B = b + 0,8 \cdot H = 1,68 + 0,8 \cdot 2,47 = 3,66 \text{ м,} \quad (5.5)$$

Определим количество воздуха, которое должен удалять вытяжной зонт:

$$L_v = \frac{L_k \cdot F_z}{F} = \frac{9,39 \cdot 3,6 \cdot 3,66}{1 \cdot 2,47} = 45,4 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}. \quad (5.6)$$

Определим количество воздуха для всех зонтов.

$$L_o = 45,4 \cdot 1 = 45,4 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Из расчета видно, что объём воздуха удаляемый от местных отсосов составляет $L = 45,4 \text{ м}^3/\text{с}$.

В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор радиальный ВЦ 4-75-2,5 с двигателем АИР56А4 0,12/1350.

2. Производственный шум.

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

- станок токарно-винторезный 1М65;
- горизонтально-протяжной станок 7655;
- станок круглошлифовальный;
- MIG-500GF КЕДР (НАКС);
- вентиляция;

- сварочная дуга;
- слесарный инструмент: молоток ($m = 2$ кг) ГОСТ 2310 - 77, шабер.

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

Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности приведены в таблице 5.1 [23].

Таблица 5.1 – Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности в дБА

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

Шум неблагоприятно воздействует на работающего: ослабляет внимание, увеличивает расход энергии при одинаковой физической нагрузке, замедляет скорость психических реакций, в результате снижается производительность труда и ухудшается качество работы [25].

Мероприятия по борьбе с шумом.

Для снижения шума, создаваемого оборудованием, это оборудование следует помещать в звукоизолирующие ограждения. Вентиляционное оборудование следует устанавливать на виброизолирующие основания с резиновыми амортизаторами для агрегатов с эластичной муфтой к вентиляторам, а вентиляторы следует устанавливать в отдельные звукоизолирующие помещения с обшивкой двумя слоями гипсоволокнистых листов с каждой стороны.

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

3. Статическая нагрузка на руку.

При сварке в основном имеет место статическая нагрузка на руки, в результате чего могут возникнуть заболевания нервно-мышечного аппарата плечевого пояса. Сварочные работы относятся к категории физических работ средней тяжести с энергозатратами $172 \div 293$ Дж/с ($150 \div 250$ ккал/ч) [24].

Нагрузку создает необходимость держать в течение длительного времени в руках горелку сварочную (весом от 3 до 6 кг), при проведении сварочных работ, необходимость придержать детали при установке и прихватке и т. п. Предлагается использовать кантователь с шариковыми подшипниками для облегчения вращения колеса.

5.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке

Для освещения используем газораспределительные лампы, имеющие высокую светоотдачу, продолжительный срок службы, спектр излучения люминесцентных ламп близок к спектру естественного света. Лампы устанавливают в светильник, осветительная арматура которого должна обеспечивать крепление лампы, присоединение к ней электропитания, предохранения её от загрязнения и механического повреждения. Подвеска светильников должна быть жёсткой [29].

Система общего освещения сборочно-сварочного участка должна состоять из 6 светильников типа С 3-4 с ртутными лампами ДРЛ мощностью 250 Вт, построенных в 2 ряда по 3 светильника.

5.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производённой среды

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

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

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

Тепловая радиация на рабочем месте может составлять 0,5-6 кал/см²·мин [30].

2. Защита от сварочных излучений.

Для защиты глаз и лица сварщиков используются специальные щитки и маски. Для защиты глаз от ослепляющей видимой части спектра излучения, ультрафиолетовых и инфракрасных лучей в очках и масках должны

применяться защитные светофильтры. Марка светофильтра выбирается в зависимости от силы сварочного тока. В нашем случае применим стекла серии ЭЗ (200-400 А).

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

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

Для защиты ног сварщиков используют специальные ботинки, исключающие попадание искр и капель расплавленного металла. Перечень средств индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке приведен в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Средства индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке

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

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

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

Для защиты окружающих рабочих применяются ширмы.

3. Электрический ток.

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

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

4. Электробезопасность.

На ремонтном участке применяются искусственные заземлители – вертикально забитые стальные трубы длиной 2,5 метра и диаметром 40 мм.

Сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 4 Ом.

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

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

5.4.1 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов

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

Защита от движущихся механизмов.

Для защиты работающих от движущихся механизмов предусмотрено следующее:

- проходы: между оборудованием, движущимися механизмами и перемещаемыми деталями, а также между постами – не менее 1 м; между автоматическими сварочными постами – не менее 2 м.;
- свободная площадь на один сварочный пост – не менее 3 м.;
- при эксплуатации подъёмно-транспортных устройств ограждение

всех движущихся и вращающихся частей механизмов;

- правильная фиксация рамы средней на приспособлениях, а также контроль за правильностью строповки;

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

5.5 Охрана окружающей среды

1. Защита селитебной зоны

Распределение территорий осуществляется на основании генеральных планов, на которых указаны участки расселения, использования природного компонента, а также учитываются территориальные возможности производительных сил. Весь комплекс планирования, определения зон, застройки и т. д. необходим, чтобы городские и сельские поселения были максимально удобными, грамотно распланированными, отвечающими требованиям безопасного проживания, а также имели способность развивать инфраструктуру на территории. В СНиП 2.07.01-89:2 дается определение "селитебная зона", определяются правила, требования, регламентируется последовательность действий для создания городских и сельских поселений, а также указываются данные для проведения расчетов [31].

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

2. Охрана воздушного бассейна.

Для очистки выбросов в атмосферу, производящихся на участке сборки и сварки, достаточно производить улавливание аэрозолей и газообразных примесей из загрязнённого воздуха. Установка для улавливания аэрозолей и

пыли предусмотрена в системе вентиляции. Для этого на участке наплавки колеса ФЮРА.К2Р-400.239.00.000 используют масляные фильтры для очистки воздуха от пыли по ГОСТ Р 51251-99. Пыль, проходя через лабиринт отверстий (вместе с воздухом), образуемых кольцами или сетками, задерживается на их смоченной масляным раствором поверхности. По мере загрязнения фильтра кольца и сетки промывают в содовом растворе, а затем покрывают масляной плёнкой. Эффективность фильтров данного типа составляет 95÷98 процентов.

Предельно допустимая концентрация примесей в атмосфере на территории промышленного предприятия не должна превышать 30 процентов вредных веществ для рабочей зоны [19].

3. Охрана водного бассейна

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

4. Охрана почв и утилизация промышленных отходов.

На проектируемом участке сборки и сварки рамы хранилища пищевых продуктов предусмотрены емкости для складирования металлических отходов (обрезки сварочной проволоки, бракованные изделия), а также емкости для мусора. Все металлические отходы транспортируются в металлургический цех, где они перерабатываются, а весь мусор вывозится за территорию предприятия в специально отведенные места и уничтожается [19].

5.6 Защита в чрезвычайных ситуациях

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

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

5.8 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Проект вытяжной вентиляции.

На участке ремонта и восстановления колеса применяем общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию.

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

В холодный и переходной периоды года при категории работ Пб – работы средней тяжести оптимальные параметры следующие: температура $17 \div 19^{\circ}\text{C}$; относительная влажность $60 \div 40 \%$; скорость движения воздуха $0,3 \text{ м/с}$. В тёплый период года: температура $20 \div 22^{\circ}\text{C}$; относительная влажность $60 \div 40 \%$; скорость движения воздуха $0,4 \text{ м/с}$.

Для поддержания необходимой температуры применяется центральное отопление.

Для поддержания необходимой температуры применяется центральное отопление.

Заключение

В настоящей выпускной квалификационной работе в целях интенсификации производства, повышения качества изготавливаемой продукции, снижения себестоимости ее изготовления разработан механизированный участок ремонта и восстановления колеса.

Для ремонта и восстановления колеса в целом применено устройство для автоматической сварки и наплавки EWR HUNTER, которое позволило облегчить вращение восстанавливаемой детали, заменено сварочное оборудование.

В результате перечисленных нововведений время ремонта и восстановления колеса сократилось на 0,08 ч.

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

Разработаны мероприятия по безопасности жизнедеятельности, охране труда и совершенствованию организации труда. Посчитан экономический эффект от перечисленных нововведений, что позволяет судить о выгоде предлагаемого технологического процесса.

Годовая производственная программа составляет 900 изделий.

Площадь спроектированного участка – 155,7 м².

Средний коэффициент загрузки оборудования – 71,5 %.

Экономический эффект на единицу продукции составил – 288,57рублей.

Список использованных источников

1. Глазунов С.Н., Гавриток В.С., Вялков В.Г., Овешников А.В. Восстановление крановых колес электродуговой наплавкой с применением ферромагнитной шихты. Ремонт восстановление, модернизация 2002. №6. стр. 3-5.
2. Иванайский В.В., канд. техн. наук, Кривочуров Н.Т., канд. техн. наук, Иванайский Е. А., канд. техн. наук, Шанчуров М., д-р техн. наук. Индукционная наплавка в разделку кромок высоколегированным белым чугуном деталей сельхозмашин. Сварочное производство 2012. №1. стр. 42-44.
3. Абраменко Д.Н., Повышение износостойкости литых деталей грузовых вагонов дуговой наплавкой слоя стали со структурой игольчатого феррита: диссертация ... кандидата технических наук: 05.16.01, 05.03.06 / Абраменко Денис Николаевич; [Место защиты: НИИ железнодорож. трансп.]. – Москва, 2008.- 159 с.: ил. РГБ ОД, 61 09-5/391.
4. Кисаримов Р.А. Справочник сварщика. – М.: И П РадиоСофт, 2007 – 288 с.
5. Марочник сталей и сплавов / Ю.Г. Драгунов, Ю.В. Каширский и др.; под общей ред. А.С. Зубченко – М.: Машиностроение, 2015. 1216с.: ИЛЛ.
6. Проволока Нп-50 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://weldering.com/gost-10543-98-provoloka-stalnaya-naplavochnaya-tehnicheskie-usloviya>
7. Васильев В.И., Ильященко Д.П. Разработка этапов технологии при дуговой сварки плавлением – Издательство ТПУ, 2008. - 96 с.
8. Томас К.Н., Ильященко Д.П. Технология сварочного производства. Томск. «Томский политехнический университет» – 2011. – 247с.
9. Оботуров В.И. Дуговая сварка в защитных газах. М: Стройиздат, 1989 232 с.
10. Крампит Н.Ю. Проектирование сварочных цехов: Методические указания. Ю.: Изд-во ИПЛ ЮТИ ТПУ. – 2005. – 40с.

11. Крампит Н.Ю. Нормативы времени на сварочные операции: Методические указания / Крампит Н.Ю.: Изд-во ЮФ ТПУ. – 2002. – 26с.
12. Филонов А.В. Конструктивные особенности сопел для горелок сварочных полуавтоматов // Инновационные технологии и экономика в машиностроении: Сборник трудов III Международной научно-практической конференции с элементами научной школы для молодых учёных. Том 1. – Томск: Изд-во ТПУ, 2012. – С. 100-104.
13. Инверторный сварочный полуавтомат MIG-500GF КЕДР (НАКС) [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <https://www.seveko.ru/catalog/elektro-svarochnoe-oborudovanie/poluvavtomaticheskaya-svarka/poluvavtomaty-perenosnoj-mpp/mig-500gf-kedr-naks/>
14. Маслов Б.Г. Неразрушающий контроль сварных соединений и изделий в машиностроении: Учеб. пос. для вузов. – М.: Академия, 2008. – 272 с.
15. Контроль качества сварки [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://www.svarkainfo.ru/rus/lib/quolity/welddefect1/>
16. Контроль качества наплавленного металла [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: http://www.autowelding.ru/publ/professionalno_o_pajke/naplavochnye_raboty_kontrol_kachestva_naplavki/kontrol_kachestva_naplavlennogo_metalla/33-1-0-474
17. Организация и планирование производства. Основы менеджмента: метод. указ. к выполн. курс. работы. для студентов спец. 120500 «Оборудование и технология сварочного производства». – Томск: Изд. ЮФТПУ, 2000. – 24с.
18. Азаров Н.А. Конструирование и расчет сварочных приспособлений Томск, ТПУ, 2009. – 48 с.
19. Куликов О.Н. Охрана труда при производстве сварочных работ.: Академия, 2006 – 176 с.
20. О.Н. Жданова. Организация производства и менеджмент: методические указания к выполнению курсовой работы для студентов специальности 120500 «Оборудование и технология сварочного производства» -Юрга; ИПЛ ЮТИ ТПУ, 2005. 32с.

21. Сварочный трансформатор ТДФЖ-1002 для автоматической сварки с флюсо в Челябинске [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: https://chel.pulscen.ru/products/svarochny_apparat_transformator_tdfzh_1002_dlya_avtomaticheskoy_svarki_s_flyuso_6946039
22. Автомат для дуговой сварки ГДФ-1001 в Перми [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://bizorg.su/vypryamiteli-svarochnye-r/p3307145-avtomat-dlya-dugovoy-svarki-gdf1001>
23. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. Том 3. – М.: Машиностроение, 1978-557 с.
24. ГОСТ 12.0.0030-74 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (с изменениями по И-Л-Х1-91)»
25. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования.
26. Запыленность и загазованность воздуха в рабочих зонах [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://www.ecolosorse.ru/ecologs-281-1.html>
27. В.М. Гришагин, В.Я. Фарберов "Расчеты комфорта и безопасности". – Юрга: Изд. филиала ТПУ, 2012. – 96 с.
28. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
29. П.П. Кукин, В.Л. Лапин. Е.А. Подгорных и др. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (Охрана труда). Учеб. пособие для вузов / М.: Высшая школа, 2004. – 298 с.
30. Брауде М.З. "Охрана труда при сварке в машиностроении"/ М.: Машиностроение, 1978. – 141с.
31. Селитебные зоны - это что? Селитебная территория [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://fb.ru/article/288464/selitebnyie-zonyi---eto-cto-selitebnaya-territoriya>