

Школа **Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности**
 Направление подготовки **15.03.01 Машиностроение**
 Отделение **электронной инженерии**

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Повышение износостойкости наплавленного слоя при ремонте автосцепного устройства грузового вагона

УДК 621.791.92.01:539.538:629.463-049.32.

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В61	Рогозин Николай Иванович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОЭИ	Гнюсов С.Ф.	Д.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Трубченко Т.Г.	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД	Аверкиев А.А.			

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Арышева Г.В.	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Першина А.А.	К.Т.Н.		

Запланированные результаты обучения по программе

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в профессиональной деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	умеет использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического

	анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
ОПК(У)-2	осознает сущности и значения информации в развитии современного общества
ОПК(У)-3	владеет основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации
ОПК(У)-4	способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	способен обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий
ПК(У)-2	способен разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств
ПК(У)-3	способен обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование
ПК(У)-4	способен участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции
ПК(У)-5	умеет проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования
ПК(У)-6	умеет проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ
ПК(У)-7	умеет выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять

	прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения
ПК(У)-8	умеет применять методы стандартных испытаний по определению физико- механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий
ПК(У)-9	способен к метрологическому обеспечению технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции
ПК(У)-16	способен к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки
ПК(У)-17	умеет обеспечивать моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов
ПК(У)-18	способен принимать участие в работах по составлению научных отчетов по выполненному заданию и во внедрении результатов исследований и разработок в области машиностроения
ПК(У)-19	способен участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности
Профессиональные компетенции университета	
ДПК(У)-1	Способен контролировать соответствие основных и свариваемых материалов, сварочного и вспомогательного оборудования, оснастки и инструмента, технологической документации, соблюдения технологической дисциплины и правильной эксплуатации технологического оборудования
ДПК(У)-2	Способен составлять планы размещения оборудования, технического оснащения и организации рабочих мест, производить расчет производственной мощности и загрузки оборудования
ДПК(У)-3	Способен изучать и анализировать причины возникновения брака и выпуска продукции низкого качества, участие в разработке мероприятий по их предупреждению и устранению

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

Школа **Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности**
 Направление подготовки **15.03.01 Машиностроение**
 Отделение **электронной инженерии**

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП

_____ Першина А.А.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В61	Рогозину Николаю Ивановичу

Тема работы:

Повышение износостойкости наплавленного слоя при ремонте автосцепного устройства грузового вагона	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№83-26/с от 24.03.2021

Срок сдачи студентом выполненной работы:	05.06.2021
------------------------------------------	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Изображение автосцепного устройства СА-3, Материал устройства 20ГЛ по ГОСТ 977-88, Тип производства - единичный</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обзор литературы 2. Описание конструкции 3. Разработка технологии ремонта и наплавки <ol style="list-style-type: none"> 3.1. Выбор способа наплавки 3.2. Выбор наплавочных материалов 3.3. Расчет параметров режима наплавки 3.4. Выбор сварочного оборудования 3.5. Контроль качества <p>Комплект технологической документации</p>
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Карты эскизов</p>

<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p style="text-align: center;">Раздел</p>	<p style="text-align: center;">Консультант</p>
<p>Обзор литературы</p>	<p>Гнюсов С.Ф., д.т.н., профессор ОЭИ</p>
<p>Описание конструкции</p>	<p>Гнюсов С.Ф., д.т.н., профессор ОЭИ</p>
<p>Разработка технологии</p>	<p>Гнюсов С.Ф., д.т.н., профессор ОЭИ</p>
<p>Комплект технологических документов</p>	<p>Першина А.А., к.т.н., доцент ОЭИ</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p> </p>	
<p> </p>	
<p> </p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>24.03.2021</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОЭИ	Гнюсов С.Ф.	д.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В61	Рогозин Н.И.		

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В61	Рогозину Николаю Ивановичу

Школа	ИШНКБ	Отделение школы	ОЭИ
Уровень образования	бакалавриат	Направление	15.03.01 Машиностроение

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Стоимость выполняемых работ, материальных ресурсов, согласно применяемой техники и технологии, в соответствии с рыночными ценами
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Нормы расхода материалов, нормы времени на выполнение операций, нормы расхода материалов, инструмента и др.
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Отчисления во внебюджетные фонды (30%)

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Анализ конкурентных технических решений; SWOT-анализ
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Планирование работ; Разработка графика Ганта. Формирование бюджета затрат на проектирование
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Описание потенциального эффекта

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Календарный план-график
4. Бюджет затрат ТП

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	24.03.2021
------------------------------------------------------	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Трубченко Т.Г.	к.э.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В61	Рогозин Николай Иванович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В61	Рогозину Николаю Ивановичу

Школа	ИШНКБ	Отделение	ОЭИ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление	15.03.01 Машиностроение

Тема ВКР:

Повышение износостойкости наплавленного слоя при ремонте автосцепного устройства грузового вагона	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является повышение износостойкости наплавленного слоя при ремонте автосцепного устройства вагона из стали 20ГЛ, выполняемое при помощи механизированной (полуавтоматической) сварки. Рабочее место: участок цеха контрольного пункта автосцепки, на котором выполняются сварочные и наплавочные работы.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	- Трудовой кодекс РФ - ГОСТ 12.0.003-2015 - ГОСТ 12.1.003-2014 - ГОСТ 12.3.003-86 - ГОСТ 21889-76 - СНиП 23-05-95* - ГОСТ Р 22.0.01-2016
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Проанализировать потенциально возможные вредные и опасные факторы при ремонте автосцепного устройства: – повышенный уровень шума на рабочем месте; – недостаточная освещенность рабочей зоны; – неудовлетворительный микроклимат – повышенный уровень напряженности электростатического поля – электробезопасность разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов

3. Экологическая безопасность:	- анализ воздействия источника питания, сварочных материалов и сварочных аэрозолей на воздушную среду, гидросферу и литосферу. - решение по обеспечению экологической безопасности в отношении применения сварочных материалов и источника питания, а так же отходов, произведенных в процессе выполнения работы.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Возможные ЧС: пожары, взрывы, короткие замыкания. Наиболее типичная ЧС: возгорание, способное привести к пожару.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	24.03.2021
------------------------------------------------------	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Аверкиев А.А.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В61	Рогозин Н.И.		

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

Школа **Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности**
 Направление подготовки **15.03.01 Машиностроение**
 Уровень образования **бакалавриат**
 Отделение **электронной инженерии**
 Период выполнения (осенний / весенний семестр 2020 /2021 учебного года)

Форма представления работы:

бакалаврская работа

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

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	05.06.2021
------------------------------------------	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
27.03.2021	1. Постановка целей и задач	10
31.03.2021	2. Обзор литературы	10
09.04.2021	3. Разработка технического задания	10
12.04.2021	4. Разработка календарного плана	10
18.04.2021	5. Идентификация объекта	10
29.04.2021	6. Разработка технического процесса	10
04.05.2021	7. Анализ разрабатываемого процесса и стандарта	10
10.05.2021	8. Обработка результатов	10
17.05.2021	9. Оформление расчетно-пояснительной записки и графической части	10
21.05.2021	10. подведение итогов	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОЭИ	Гнюсов С.Ф.	Д.Т.Н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	А.А. Першина	К.Т.Н.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 100 листов, 3 рисунка, 23 таблицы, 16 формул, 30 источников, 3 приложения.

Ключевые слова: ремонт, наплавка, автосцепка, износостойкость, технология.

Актуальность работы заключается в возможности применения разработанного технологического процесса в реальных условиях предприятия, так как ремонт и повышение износостойкости отремонтированных элементов железнодорожного транспорта широко востребованы в связи с большим объемом грузоперевозок и необходимости быстрого исправления дефектов с последующим возвращением к эксплуатации

Объектом исследования является процесс ремонта и повышения износостойкости наплавленного слоя устройства автосцепки СА-3.

Цель работы – разработать технологический процесс ремонта и повышения износостойкости наплавленного слоя автосцепки СА-3.

Задачи работы – определить структуру и химический состав материала, из которого изготовлена автосцепка, его свойства; назначить способ наплавки и сварочные материалы; назначить сварочное оборудование; разработать технологический процесс; рассчитать параметры режима; составить карту эскизов и маршрутную карту; провести расчеты и финансовое обоснование принятых решений; провести анализ вредных и опасных факторов, сопутствующих выполнению технологического процесса, а также разработать мероприятия по их минимизации, или нейтрализации.

Работа представлена введением, десятью разделами и заключением. Приведен список использованных источников и приложения.

В разделе 1 «Назначение и описание автосцепного устройства. Характерные дефекты автосцепки в процессе эксплуатации» приводится описание автосцепки СА-3, основные конструктивные элементы корпуса автосцепки, а также характерные дефекты, возникающие в процессе эксплуатации.

В разделе 2 «Химический состав, механические и технологические свойства стали автосцепного устройства» приводится химический состав и механические свойства стали 20ГЛ, некоторые дополнительные характеристики, а также структура стали.

В разделе 3 «Выбор способа наплавки» приведены наиболее распространенные способы наплавки, осуществлен анализ каждого способа, определение его достоинств и преимуществ. По результатам анализа совершен выбор способа наплавки с обоснованием.

В разделе 4 «Выбор наплавочных материалов» приводится несколько марок сварочной проволоки и защитных газов, даются рекомендации по применению каждого материала, химический состав. На основании анализа химического состава, особенностей материалов, а также их назначения осуществлен выбор материалов с обоснованием.

В разделе 5 «Расчет параметров режима наплавки» приведено определение тех параметров режима, которые играют важную роль в правильности проведения технологического процесса, а также приведен расчет каждого из определенных параметров согласно специальной литературе с определением конкретных значений. Расчетные значения оформлены в виде таблицы.

В разделе 6 «Выбор сварочного оборудования» дается описание и технические характеристики выбранного сварочного оборудования, с обоснованием выбора.

В разделе 7 «Выбор способа контроля качества» приводится анализ нескольких способов контроля качества и обоснование выбора подходящих способов контроля для решения задач данной работы.

В разделе 8 «Технологический процесс наплавки и ремонта изношенных участков корпуса автосцепки СА-3» приведена структура разработанного технологического процесса.

В разделе 9 «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» представлен анализ затрат и перспектив научно-технического исследования.

В разделе 10 «Социальная ответственность» рассмотрены вредные и опасные факторы, характерные для рассматриваемого технологического процесса, представлены пути их нейтрализации, или минимизации.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

Настоящая выпускная квалификационная работа включает в себя следующие термины и их определения:

Ремонт - комплекс мероприятий по восстановлению работоспособного или исправного состояния какого-либо объекта и/или восстановлению его ресурса.

Поверхностный слой – наружная поверхность металла, отличающаяся от основной части (сердцевины) рядом химических и физических свойств.

Наплавка – нанесение расплавленного электродного и/или присадочного металла на поверхность изделия с целью ремонта, придания формы, или дополнительных свойств.

Защитный газ – газ, применяемый при сварке и наплавке с целью защиты зоны сварки, или наплавки от агрессивного воздействия внешней среды.

Электродная проволока – разновидность плавящегося электрода, применяемого при механизированном способе сварки, или наплавки.

Автосцепка – элемент автосцепного устройства вагона, предназначенный для сцепления вагонов друг с другом и тянущим их локомотивом.

Износостойкость – способность материала, детали, элемента сопротивляться деформациям и сохранять изначальную форму, характеристики в процессе эксплуатации.

В данной выпускной квалификационной работе приводятся ссылки на следующие стандарты:

1. ГОСТ 977-88 – Отливки стальные. Общие технические условия.
2. ГОСТ 14771-76 – Дуговая сварка в защитном газе.
3. ГОСТ 33434-2015 – Устройство сцепное и автосцепное железнодорожного подвижного состава. Технические требования и правила приемки.

4. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ – Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
5. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования.
6. ГОСТ 12.3.003-86 – Система стандартов безопасности труда. Работы электросварочные. Требования безопасности.
7. ГОСТ 21889-76 – Система «Человек-машина». Кресло человека-оператора. Общие эргономические требования.
8. ГОСТ Р 22.0.01-2016 – Безопасность в чрезвычайных ситуациях.
9. ГОСТ 2246-70 – Проволока стальная сварочная.
10. ГОСТ 8050-85 – Двуокись углерода газообразная и жидкая. Технические условия.
11. ГОСТ 10157-79 – Аргон газообразный и жидкий. Технические условия. Основные положения.
12. ГОСТ 32885-2014 – Автосцепка модели СА-3. Конструкция и размеры.

Сокращения, используемые в данной работе:

$I_{св}$ – сила сварочного тока, А;

$U_{д}$ – напряжение дуги, В;

$U_{хх}$ – напряжение холостого хода, В;

$V_{св}$ – скорость сварки, м/ч;

$d_{э}$ – диаметр электродной проволоки, мм;

$\alpha_{н}$ – коэффициент наплавки, г/А · ч;

$l_{э}$ – величина вылета электродной проволоки, мм;

$V_{пп}$ – скорость подачи электродной проволоки, мм/с;

$\alpha_{р}$ – коэффициент расплавления электродной проволоки, г/А · ч;

КПА – контрольный пункт автосцепки.

MIG – механизированная сварка в среде инертных газов.

MAG – механизированная сварка в среде активных газов.

MMA – ручная дуговая сварка.

Оглавление

Введение.....	18
Обзор литературы по теме «Наплавка и ремонт автосцепки»	20
1 Назначение и описание автосцепного устройства. Характерные дефекты автосцепки в процессе эксплуатации.	23
1.1 Описание и назначение автосцепки.	23
1.2 Дефекты автосцепного устройства	25
2 Химический состав, механические и технологические свойства стали автосцепного устройства.....	29
3 Выбор способа наплавки	33
4 Выбор наплавочных материалов	37
5 Расчет параметров режима наплавки.....	42
6 Выбор сварочного оборудования	47
7 Выбор способа контроля качества	49
8 Технологический процесс наплавки и ремонта изношенных участков корпуса автосцепки СА-3	51
9 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсоснабжение	55
9.1 Расчет норм времени	56
9.2 Потенциальные потребители результатов исследования.	59
9.3 Анализ конкурентных технических решений.....	60
9.4 SWOT – анализ	62
9.5 Планирование научно-исследовательской работы.....	64
9.5.1 Структура работ	64
9.5.2 Разработка графика проведения научно-технического исследования.....	65
9.5.3 Бюджет научно-технического исследования	68
9.5.4 Расчет материальных затрат	68
9.5.5 Расчет амортизационных отчислений.....	69

9.5.6 Расчет заработной платы и отчислений во внебюджетные фонды	70
9.5.7 Расчеты общей себестоимости	72
9.6 Выводы по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсоснабжение».....	72
10 Социальная ответственность	74
10.1 Введение.....	74
10.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	74
10.3 Производственная безопасность	76
10.4 Анализ опасных и вредных производственных факторов.....	77
10.5 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя (работающего)	82
10.6 Экологическая безопасность.....	83
10.7 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	85
10.8 Выводы по разделу «Социальная ответственность».....	87
Заключение	88
Список использованных источников	89
Приложение А Титульный лист	92
Приложение Б Маршрутная карта	93
Приложение В Карта эскизов	96

Введение

На сегодняшний день с ростом добычи полезных ископаемых, наращиванием темпа производства и потребления сырья, готовой продукции возникает острая необходимость в транспортировке различного рода грузов. В России в период с 2019 по 2021 объем грузоперевозок, приходящийся на железнодорожный транспорт составил 46-47% от общего объема грузоперевозок, что позволяет включить этот вид грузоперевозок в тройку лидеров: автомобильный, трубопроводный, железнодорожный. Такой объем грузооборота требует поддержания всех элементов железнодорожного транспорта в работоспособном и исправном состоянии. Конструкция железнодорожного вагона включает в себя множество различных деталей и приспособлений, которые необходимо своевременно ремонтировать из-за возникновения различного рода дефектов, характерных для знакопеременных нагрузок, испытываемых деталями вагонов. К одной из основных деталей, подлежащих восстановлению относится устройство автосцепки, а одним из распространенных способов восстановления и ремонта подобных деталей является механизированная наплавка в среде защитных газов и их смеси.

Наиболее прогрессивным способом сварки на сегодняшний день является механизированная сварка в среде защитных газов. Данный способ сварки позволяет существенно сократить время, затрачиваемое на выполнение сварки, или наплавки изделия за счет частичной механизации – автоматической подачи электродной проволоки и защитного газа в зону сварки. Данный способ сварки обеспечивает надежную защиту сварочной ванны от окисления при контакте с кислородом из окружающей среды, а также позволяет избежать ряда дефектов сварного шва, возникающих в результате взаимодействия расплавленного металла с другими газами из внешней атмосферы, в том числе посторонних газовых включений различного рода. В качестве защитной среды применяют активный углекислый газ, инертный газ аргон, или их смесь.

В современных условиях сварочного производства главное значение имеет увеличение производительности труда и снижение себестоимости ремонта изделия. Это обеспечивает качественно лучшее использование трудового потенциала предприятия в процессе производства и повышение конкурентоспособности изделия на потребительском рынке, что является первостепенной задачей в современной экономической политике России.

Цель работы – повышение износостойкости наплавленного слоя при ремонте устройства автосцепки способом механизированной наплавки в среде защитных газов.

Обзор литературы по теме «Наплавка и ремонт автосцепки»

В данной выпускной квалификационной работе используется ряд источников, связанных с темой диплома в той, или иной степени, необходимой для составления четкой картины касательно выданного задания.

Ряд нормативных документов, таких как ГОСТы [1-12], регламентирующие технику безопасности, охрану труда являются обязательными. Например, ГОСТ 12.3.003-86 напрямую связан с целевым методом работ и те требования, которые изложены в нем необходимо включать в любой техпроцесс, связанный с применением электродуговой сварки. Дополнительно применяется материал из ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ, ГОСТ 12.3.003-86 и ГОСТ Р 22.0.01-2016, в которых содержится исчерпывающая информация, касающаяся ТБ и ОТ при выполнении описанных в работе видов труда.

Основная информация об изделии, которое рассмотрено в настоящей работе приведена в следующих источниках:

Учебное пособие Молотилова К.В. [13], в котором приводится информация о конструктивных элементах автосцепного устройства, их назначении. Приводится четкое описание каждого элемента с графическими пояснениями. Также источник имеет описание дефектов, появляющихся в процессе эксплуатации изделия, что позволяет более детально разобраться в вопросе ремонта изделия, зная, какие именно дефекты наиболее распространены и какие следует применять меры для их предупреждения и устранения, что важно учитывать при рассмотрении ключевого вопроса данной работы – ремонт и упрочнение поверхностного слоя наплавленного металла. Данный источник позволяет в подробностях ознакомиться с устройством автосцепки и её эксплуатационных особенностях.

В учебнике Соколова В.Н. [14] так же присутствует описание автосцепного устройства, приводятся изображения, но также объясняется связь автосцепного устройства с рамой, объяснение его функционирования

вместе с остальными деталями и конструктивными элементами вагона, приводятся наглядные изображения и пояснения. В этом источнике разобрана связь и влияние автосцепного устройства на всю конструкцию вагона, что необходимо учитывать при разработке технологического процесса ремонта и повышения износостойкости поверхностного слоя автосцепки.

Дедюх Р.И. – Технология сварки плавлением [15], является современным учебником и содержит в себе описание технологических особенностей сварки различных металлов, а также пояснения к необходимым расчетам. Учебное пособие Чернышева Г.Г., Шашина Д.М. [16] содержит в себе ряд разделов, полезных при рассмотрении вопроса темы работы, в том числе описание способа сварки, особенности и влияние параметров режима на свойства и характеристики наплавленного металла. Так же целесообразно использовать учебник для среднеспециальных заведений Технология ремонта вагонов Быкова Б.В., Пигаева В.Е. [17] в котором рассматривается вопрос ремонта вагонов и конкретно автосцепного устройства, что дает возможность ознакомиться с материалом, написанным в специализированном направлении. Данный источник содержит информацию о тонкостях ремонта автосцепки, конкретных случаях исправления дефектов различными способами, а также детальную информацию о наплавке и сварке при ремонте устройства.

Информация о материале, его структуре и свойствах приведена в учебнике Чумаченко Ю.Т и Чумаченко Г.В. Материаловедение и слесарное дело [18]. Все, что касается материалов, способов упрочнения и повышения износостойкости имеется в данном источнике. Здесь приводятся графики, таблицы, схемы, описания процессов структурных и фазовых превращений с исчерпывающими пояснениями. Данной литературе отдано предпочтение по вопросам, касающимся структуры металла и его свойств, обусловленных структурой.

Дополнительная информация о различных марках стали, применяемой для изготовления самой конструкции, рассматриваемой в марочнике сталей Зубченко А.С. [19]. Именно этот марочник имеет достаточно простое

оформление, в котором легко найти информацию о химическом составе стали, условиях термообработки и ряде дополнительных указаний.

Так же используется ряд источников, представленных в виде методических пособий, используемых в Томском политехническом университете при реализации учебных программ по менеджменту и социальной ответственности.

Диссертация Абраменко Д.Н. [20] дает исчерпывающую информацию по результатам обширных исследований об упрочнении наплавленного слоя и повышения его износостойкости. В ней приводится разбор характеристик стали, ее химический состав и обоснование выбора сварочного материала с точки зрения материаловедения и структурного анализа стали основного металла и наплавленного слоя. Также в ней присутствуют разработанные рекомендации по проведению наплавки.

Инструкция по ремонту и обслуживанию автосцепного устройства подвижного состава железных дорог от 2016 года [21] позволяет ознакомиться с требованиями, предъявляемыми к технологическому процессу, особенностями проведения ремонта и эксплуатации автосцепного устройства.

1 Назначение и описание автосцепного устройства. Характерные дефекты автосцепки в процессе эксплуатации.

1.1 Описание и назначение автосцепки.

Автосцепное устройство представляет собой набор элементов и приспособлений, предназначенных для зацепления друг с другом вагонов и тянущего локомотива, формируя подвижной состав, при этом сохраняя расстояние между вагонами одинаковым и позволяя подвижному составу входить в повороты, оставляя соединение достаточно гибким. Корпус автосцепки – это часть автосцепного устройства, которая непосредственно принимает участие в передаче нагрузки растяжения и сжатия на раму грузового вагона и состоит из элементов, представленных на рисунке 1. Корпус автосцепки наиболее подвержен износу и образованию дефектов в процессе эксплуатации.

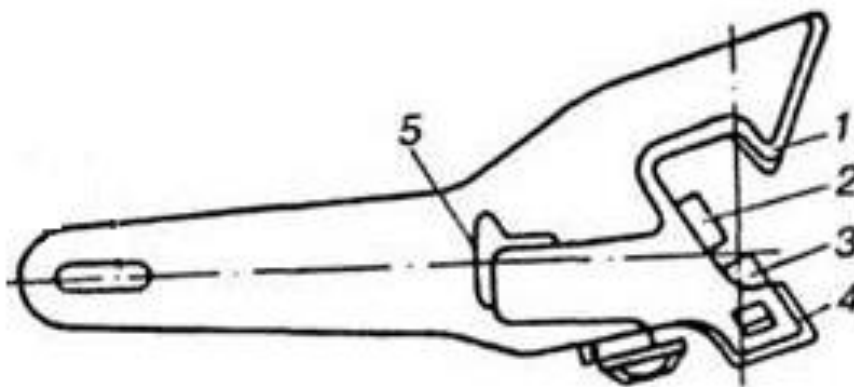


Рисунок 1 – Корпус автосцепки АС-3: 1 - большой зуб; 2 - замкодержатель; 3 - окно для замка; 4 - малый зуб;
5 – выступ [14]

Согласно источникам [13,14] корпус автосцепного устройства передает знакопеременные нагрузки на раму вагона через упругое устройство,

устанавливаясь в окно ударной розетки и соединяясь хвостовиком с тяговым хомутом в хребтовой балке рамы вагона посредством клина.

Сам корпус полый внутри и выполнен методом фасонного литья. В его состав входят хвостовик и головная часть, которая принимает непосредственное участие в зацеплении вагонов друг с другом, или локомотивом. Большой зуб 1 вместе с малым зубом 4 образует зев, воспринимающий своей торцевой поверхностью сжимающее усилие, в то время как тяговую нагрузку передаются на заднюю поверхность большого и малого зуба. Окно замка 3 и замкодержатель 2 служат для посадки элементов автосцепки другого вагона.

Выступ 5 предназначен для передачи ударной нагрузки на раму вагона через ударную розетку, так же ударная нагрузка передается через упор торцом хвостовика. Отверстие в узкой части хвостовика корпуса автосцепки предназначено для клина, который соединяет корпус автосцепки с тяговым хомутом хребтовой балки.

Автосцепка АС-3 имеет ряд дополнительных конструктивных элементов, облегчающих зацепление вагонов персоналом станций и грузовых карманов, а так же делающих данный процесс безопаснее, которые в данной работе рассматриваться не будут, так как не имеют связи с темой работы.

Данный тип автосцепки относится к нежестким и был введен в эксплуатацию еще в довоенное время, притерпев при этом незначительные изменения в конструкции за все те года, что успешно используется на железнодорожном транспорте нашей страны. Сконструирована автосцепка была в 1932 коллективом, в состав которого под руководством Егорченко В.Ф. вошли Новиков И.Н., Пухов А.Ф., Голованов В.Г., Шашков В.А. и к 1957 на железных дорогах СССР полностью вошла в оборот автосцепка АС-3, используемая и по сей день.

1.2 Дефекты автосцепного устройства

Автосцепное устройство в процессе эксплуатации испытывает различные сложные нагрузки, в том числе нагрузки растяжения при страгивании и движении состава; нагрузки сжатия при торможении и остановке; ударные и изгибающие нагрузки в момент зацепления, аварийного торможения состава; кручение при вхождении подвижного состава в поворот, или пересечении стрелочного перевода.

Общая классификация дефектов согласно источникам [13, 17, 21] включает в себя две больших группы:

К первой относятся те дефекты, которые возникают по естественным причинам в процессе нормального износа устройства при стандартных нагрузках и правильной эксплуатации. Эти дефекты обусловлены естественным процессом износа и старения устройства, при котором происходит выработка не отдельных участков устройства, а комплексный выход из строя в результате нормального взаимодействия деталей. Такие дефекты выявляются при плановом осмотре и могут подвергаться ремонту в контрольном пункте автосцепки (КПА), при этом должен быть проведен предварительный наружный осмотр без снятия автосцепки, или полный осмотр со снятием всех съемных элементов автосцепки с применением специального сборочно-разборного стенда.

Ко второй группе относятся дефекты, возникающие в результате аварийных повреждений. Эти дефекты характеризуются тем, что устройство выходит из строя практически моментально, или деформируется настолько, что эксплуатация в нормальном режиме становится невозможной. Такие дефекты как правило приводят к образованию выбоин, трещин, замятий, при этом создавая угрозу безопасности движения состава, вероятность возникновения ситуаций, которые могут повлечь за собой экономические убытки, а также представлять опасность жизни и здоровью людей. Такие дефекты требуют срочного ремонта и выполняются в КПА с проведением

предварительного полного осмотра, подготовки элементов автосцепки к ремонту: очистка загрязнений, проверка габаритов шаблонами, визуальное выявление дефектов по характерным признакам (наличие пыльного валика, или изморози в месте образования трещин; расширение, или сужение элементов устройства, не соответствующие нормам, сколы, изломы), пометка дефектных участков.

Именно дефекты второй группы необходимо устранять в кратчайшие сроки.

Аварийные дефекты автосцепного устройства можно разделить на несколько групп:

1. Трещины (чаще всего возникают на корпусе автосцепки);
2. Изломы (характерны для большого зуба корпуса автосцепки при аварийном торможении подвижного состава, сильном соударении корпуса автосцепки с корпусом автосцепки другого вагона при скате вагона с горки на сортировочной станции);
3. Сквозные и несквозные потертости поглощающего аппарата (при длительной эксплуатации в условиях нагрузки подвижного состава);
4. Уменьшение зазора между хвостовиком корпуса автосцепки и потолком поглощающей розетки (возникает при сильных соударениях и деформации сжатия корпуса автосцепки).
5. Различные нарушения габаритов и расстояний позиционирования элементов автосцепки относительно друг-друга по нормам (вследствие неправильной эксплуатации).

Причины возникновения аварийных дефектов:

1. Нарушение правил эксплуатации автосцепного устройства.
2. Большие динамические нагрузки при маневровых работах на сортировочных узлах и станциях, торможении, трогании подвижного состава с места.
3. Агрессивная среда: наличие в зонах трения частиц абразива, перепады температур, повышенная влажность.

4. Нарушение технологии изготовления элементов автосцепного устройства, нарушение правил проведения ремонта элементов автосцепки.

Так же сложность формы корпуса автосцепки приводит к наличию внутренних напряжений, которые, в свою очередь, при нарушении правил эксплуатации могут привести к выходу элементов корпуса из строя.

В результате нарушения технологического процесса ремонта элементов автосцепки происходит быстрый износ отремонтированных частей, что приводит к уменьшению срока службы устройства и необходимости проведения повторного ремонта. При этом присутствуют значительные экономические потери в результате простоя вагона, затрат на материалы и оборудование для ремонта и так далее.

Дефекты корпуса автосцепки, которые подлежат ремонту при помощи сварки и наплавки, имеют отдельную классификацию с учетом специфики:

1. Износ торцевой поверхности хвостовика при условии, что длина хвостовика составляет менее 645 мм. Ремонтруется наплавкой.

2. Износ поверхностей хвостовика с углублением изношенной части до 8 мм. Ремонтруется наплавкой.

3. Трещины хвостовика и переходной зоны от клинового отверстия к головной части общей длиной до 100 мм в том случае, если корпус находится в эксплуатации более 20 лет и суммарной длиной до 150 мм для корпусов, работающих менее этого срока. Ремонтруется при помощи сварки.

Так же учитываются трещины, возникшие повторно после первой заварки.

4. Износ тяговых и ударных частей обоих зубьев глубиной до 8 мм. Устраняется применением наплавки.

5. Износ зева. Ремонт осуществляется с применением наплавки при условии, что твердость наплавленного слоя составляет не менее 250 НВ.

6. Трещины по углам окон замка и замкодержателя.

Общий вид дефектов корпуса автосцепки, перечисленных выше, приведен на рисунке 2.

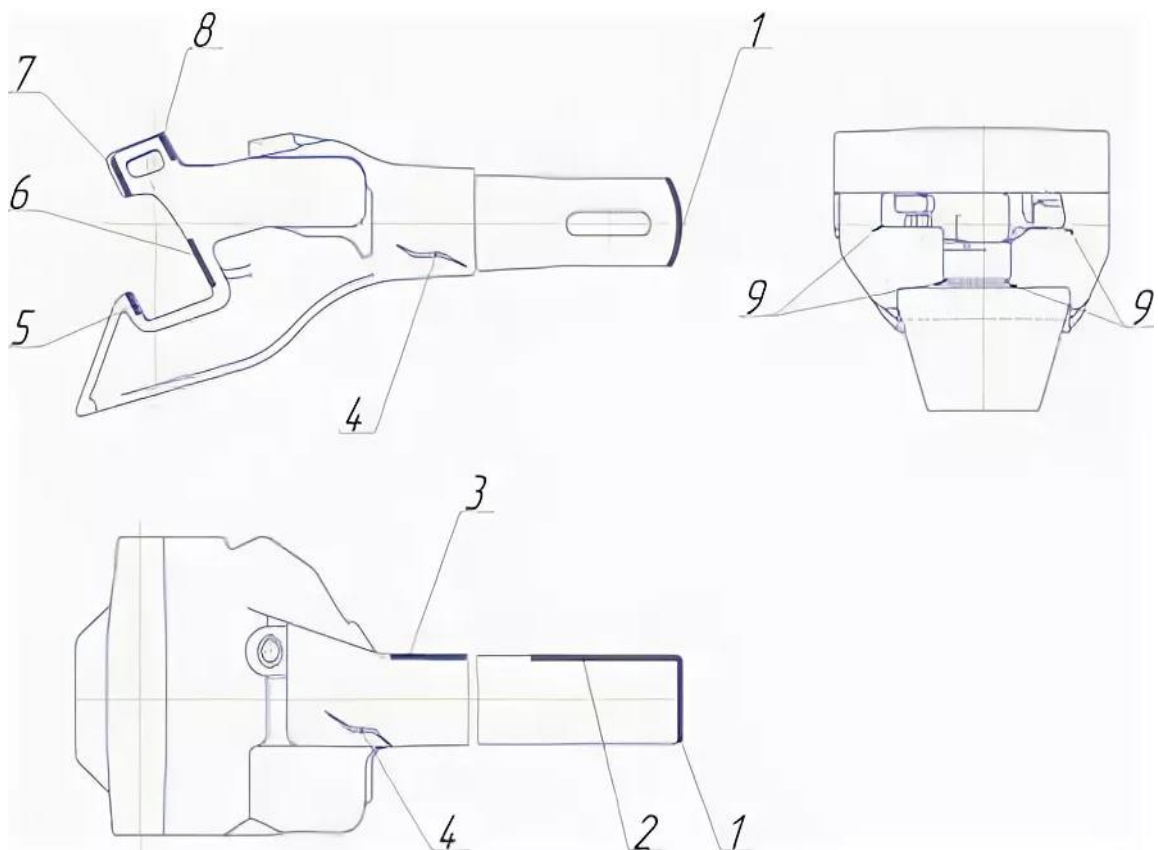


Рисунок 2 – Дефекты корпуса автосцепки: 1- износ торцевой поверхности хвостовика; 2, 3 – износ поверхностей хвостовика; 4 – трещины в хвостовике и переходной части; 5 – износ тяговой поверхности большого зуба; 6 – износ зева; 7 – износ ударной поверхности малого зуба; 8 – износ тяговой поверхности малого зуба; 9 – трещины в углах окон замка и замкодержателя [13]

2 Химический состав, механические и технологические свойства стали автосцепного устройства.

Элементы автосцепного устройства, в том числе корпус автосцепки, выполняется из стали 20ГЛ согласно ГОСТ 977-88 – Отливки стальные. Общие технические условия.

Условно расшифровать марку 20ГЛ можно следующим образом: сталь литейная с содержанием углерода 0,20% и содержанием марганца до 1%.

По информации источников [1, 19] в химический состав стали 20ГЛ входят элементы, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – химический состав стали 20ГЛ [1]

C, %	Mn, %	Si, %	P, %	S, %
0,15–0,25	1,2–1,6	0,2–0,4	≤0,040	≤0,040

Механические свойства стали 20ГЛ согласно [1,19] приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Механические свойства стали 20ГЛ [1]

σ_B , МПа	σ_T , МПа	δ , %	Ψ , %	КСУ, кДж/м ²
540	275	18	25	491

Данная сталь предназначена для изготовления зубчатых венцов, звездочек и деталей с предъявляемыми требованиями вязкости, эксплуатируемыми при статических и динамических нагрузках, в том числе ответственных литых деталей устройства автосцепки грузовых вагонов, работающих при температуре до -60°C.

По ГОСТ 977-88 относится к конструкционным легированным сталям.

Согласно марочнику сталей [19] температура начала кристаллизации стали находится в диапазоне от 1490 до 1501 градуса Цельсия и имеет процент

усадки 2,2%. Коэффициент жидкотекучести стали $K_{ж.т.} = 0,8$. Коэффициент показателя трещиностойкости $K_{т.у.} = 0,9$. Коэффициент склонности к образованию усадочных раковин $K_{у.р.} = 1,1$. Коэффициент склонности к образованию усадочной прочности $K_{у.п.} = 1,0$.

Обрабатывается резанием в закаленном и отпущенном состоянии при 197-277 НВ и $\sigma_B = 637$ МПа твердосплавными инструментами из быстрорежущей стали.

К отпускной хрупкости сталь не склонна. Имеет феррито-перлитную структуру.

Режимы термообработки стали 20ГЛ согласно ГОСТ 977-88 приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Режимы термообработки стали 20ГЛ [1]

Нормализация и отпуск		Закалка и отпуск	
Нормализация, °С	Отпуск, °С	Закалка, °С	Отпуск, °С
880-900	600-650	870-890	620-650

Выплавляется сталь 20ГЛ в двадцатипятитонных электропечах, или в мартеновских печах фасоннолитейных цехов основным процессом на свежей шихте с применением чугуна в качестве науглероживателя и раскисляется марганцем. Сталь 20ГЛ является спокойной сталью, так как марганец, добавляемый при выплавке стали, является активным раскислителем наряду с алюминием.

Данная сталь сваривается без ограничений, при условии отсутствия термообработки и может быть сварена с применением следующих способов сварки: MMA, TIG, MIG/MAG.

Согласно учебнику [18] свариваемость стали можно условно разделить на физическую и технологическую. Под технологической свариваемостью следует понимать способность металла к свариваемости с применением

конкретного способа сварки, или наплавки. Некоторые металлы с технологической точки зрения свариваются плохо, так как требуют назначения дополнительных операций термообработки и способны образовывать прочные сварные соединения только при использовании какого-то конкретного способа сварки. Физическая свариваемость характеризуется процессами, протекающими непосредственно в сварочной ванне, влияющими на способность металла образовывать сварное соединение с образованием межатомных связей с другими металлами. Эти процессы зависят от свойств свариваемых металлов.

Физическая свариваемость присуща всем однородным металлам, в то время как технологической свариваемостью обладают не все металлы.

Свариваемость относится к технологическим свойствам. Основными показателями свариваемости условно можно считать содержание углерода и суммарного количества легирующих элементов, чем они выше, тем хуже сваривается сталь.

Так как сталь 20ГЛ является марганцовистой сталью, основными элементами выступают углерод и марганец. Содержание углерода в стали до 0,25%, что позволяет классифицировать ее как низкоуглеродистую сталь и считать низколегированной, ввиду суммарного содержания легирующих элементов менее 2,5% согласно методике определения свариваемости, приведенной в учебнике [18].

Так же при определении свариваемости стали необходимо учитывать способность материала к образованию трещин. Для этого необходимо определить эквивалент углерода $C_{\text{ЭКВ}}$. При содержании $C_{\text{ЭКВ}}$ более 0,45 требуется дополнительный подогрев изделия и, возможно, последующая термообработка.

Согласно методике расчета, приведенной в учебном пособии [16] формула для расчета эквивалента углерода имеет вид:

$$C_{\text{ЭКВ}} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr+Mo+V}{5} + \frac{Ni+Cu}{13}, \quad (1)$$

где С – количество углерода в %;

Mn – содержание марганца в %;

Cr – содержание хрома в %;

Mo – содержание молибдена в %;

V – содержание ванадия в %;

Ni – содержание никеля в %;

Cu – содержание меди в %.

Так как в стали 20ГЛ из перечисленных элементов присутствует только углерод, марганец и хром остальные элементы примем за ноль. Расчет проведем по средним значениям углерода и марганца приняв углерод равным 0,2%, а марганец 1,4%

Отсюда получим:

$$C_{\text{экв}} = C + \frac{1,4}{6} + \frac{0+0+0}{5} + \frac{0+0}{13} = 0,2 + 0,23 = 0,43.$$

Данный показатель меньше значения 0,45, следовательно, данная сталь не склонна к образованию трещин в шве и околошовной зоне в процессе сварки и не требует подогрева и последующей термической обработки свариваемого металла во избежание образования трещин, что подтверждается по ГОСТ 977-88.

Но ввиду того, что конструкция ответственная, а также в соответствии с учебником [17] рекомендуется осуществить предварительный подогрев участков корпуса автосцепки в местах наплавочных и сварочных работ до температуры 200-250°C для увеличения рассеяния внутренних напряжений и улучшения качества наплавки.

3 Выбор способа наплавки

Наплавка производится с целью ремонта изношенных частей деталей машин и для придания поверхностному слою металла дополнительных свойств, таких как повышенная сопротивляемость износу, повышенная прочность, повышенная сопротивляемость фрикционным нагрузкам и прочим.

В настоящее время существует большое количество способов наплавки, в число которых входят:

1. Наплавка электродуговая штучными покрытыми плавящимися электродами с применением ММА сварки, при которой наплавленный слой образуется посредством переноса металла со стержня электрода на поверхность изделия.

2. Наплавка электродуговая механизированная в среде защитных газов с применением сварочной проволоки сплошного сечения, или порошковой проволоки – MIG/MAG сварка. При этом происходит перенос металла электродной проволоки в сварочную ванну, находящуюся на поверхности основного металла.

3. Газопламенная наплавка с использованием присадочной проволоки, при расплавлении которой присадочный металл переносится на поверхность основного металла. В качестве источника теплоты применяется горючая смесь газов (как правило кислород и ацетилен).

4. Наплавка с применением токов индукции, при которой используется шихта в качестве наплавочного материала и индуктор, генерирующий токи высокой частоты, под воздействием которых шихта сплавляется с основным металлом, образуя наплавленный слой с заданными характеристиками.

5. Электрошлаковая наплавка, применяемая с использованием сварочных токопроводящих шлаков и присадочного материала (проволок сплошных, порошковых и наплавочных лент), при которой перенос присадочного металла происходит не напрямую в сварочную ванну,

расположенную на поверхности основного металла, а через шлак с осуществлением ряда металлургических процессов.

6. Плазменная наплавка с использованием высокотемпературного ионизированного газа и присадочной материал в виде проволок, лент и порошка. При этом струя плазмы разогревает поверхность основного металла для обеспечения его сплавления с присадочным металлом, расплавляющимся при введении в поток струи плазмы.

Наименее подходящим способом для ремонта элементов автосцепки является ручная дуговая наплавка ввиду малой производительности, что существенно увеличивает затраты времени на проведение ремонта с простоями единиц подвижного состава, высокой вероятности образования дефектов и большого количества выделяемого шлака, способного образовывать твердые включения в наплавленном слое, что приведет к быстрому износу ремонтируемого изделия. Так же нецелесообразна газопламенная наплавка, отличающаяся малой производительностью и большим расходом сварочных материалов. Этот вид наплавки больше подойдет для выполнения деликатных работ с мелкими деталями и изделиями из тонколистового металла и металла средней толщины, ввиду малого количества полезной теплоты, вводимой в участок наплавки.

Электрошлаковая наплавка так же мало пригодна в данном случае, так как требует специально оборудованного участка, что не всегда удобно при проведении срочного ремонта, так же необходим комплект вспомогательного оборудования (устройство подачи флюса, флюсоборники, бункер для флюса), что значительно увеличит занимаемую производственную площадь цеха. Так же данный процесс не подходит для наплавки поверхностей со сложной конфигурацией, хоть и обладает рядом преимуществ: возможность автоматизации процесса, повышенная производительность в сравнении с ручным дуговым и газопламенным способом наплавки, возможность придания дополнительных свойств поверхностному слою за счет широких

возможностей подбора флюсов, содержащих в своем составе необходимые легирующие элементы.

Плазменная наплавка является наиболее современным и совершенным способом наплавки, она позволяет выполнять наплавку износостойкого слоя заданной толщины от десятых долей миллиметра до нескольких миллиметров (таких показателей нельзя добиться ни одним из других способов наплавки); обеспечивает высокую производительность за счет концентрации теплового потока в сварочной ванне с наименьшими границами околошовной зоны; делает возможным наплавку на стальные заготовки слоя других металлов, таких как медь, латунь и прочие); позволяет выполнять дополнительную термическую обработку поверхности. Но не смотря на все эти преимущества, данный способ является крайне дорогостоящим и не позволяет его применять исходя из экономических соображений.

Индукционная наплавка позволяет выполнять наплавку по всей поверхности изделия одновременно за счет нагрева основного металла целиком, но в то же время производительность способа напрямую зависит от толщины основного металла, так как чем она меньше, тем больше затрат времени потребует данный процесс ввиду уменьшения полезного действия нагрева из-за малого объема разогреваемого металла. Так же данный способ позволяет выполнять наплавку изделий различной формы как снаружи, так и на внутренней поверхности. Данный способ дает возможность нагрева изделия на заданную глубину, однако, основным металл нагревается до значительных температур и так или иначе в основном металле могут происходить нежелательные структурные изменения, что в конечном итоге приведет к изменению свойств основного металла из-за нагрева изделия целиком. Это может отразиться на механических характеристиках изделия в худшую сторону. К тому же данный способ требует наличия индукторов различной конфигурации для каждой детали автосцепного устройства в отдельности, что так же экономически не выгодно. По ряду причин данный способ наплавки можно применять, но в ограниченном диапазоне. Но, тем не

менее, применение индуктора целесообразно при термической обработке уже отремонтированного изделия с целью придания наплавленному слою повышенной износостойкости.

Наиболее целесообразно применять при ремонте элементов автосцепного устройства способ механизированной наплавки в среде защитных газов. Высокая производительность, сравнительно доступная цена оборудования делают данный способ наплавки наиболее подходящим для поставленных целей при проведении ремонта.

Механизированная наплавка осуществляется с применением сварочного полуавтомата, газового оборудования и сварочных материалов – сварочная проволока, защитные газы (аргон, углекислота, или их смесь).

Сварочный полуавтомат должен быть укомплектован механизмом подачи проволоки (в данном случае целесообразно использовать механизм подачи толкающего типа, так как он наиболее компактный и надежный), сварочной горелкой с набором наконечников и пультом управления для настройки параметров режима сварки или наплавки.

Газовое оборудование включает в себя баллоны с газом (аргон, углекислота, или их смесь), рукава для подачи газа из баллонов в зону наплавки, газовые редуктора, подогревающие стаканы (в случае применения углекислоты).

К сварочным материалам относятся сварочные проволоки, применяемые для сварки и наплавки. Сварочные проволоки могут быть как сплошными (требующими применения защитных газов), так и порошковыми, применяемые вместе с защитными газами, или без них, как в случае порошковых самозащитных проволок, содержащих в себе шихту, образующую защитное газовое облако при плавлении проволоки. Так же сварочными материалами являются защитные газы: активный газ углекислота и инертный газ аргон.

4 Выбор наплавочных материалов

Для ремонта и наплавки поверхностного слоя механизированной сваркой применяется ряд наплавочных материалов, в число которых входят сварочные и наплавочные проволоки сплошного сечения, а также защитные газы.

Сварочная проволока выбирается по принципу подбора марки с наиболее близким химическим составом к основному металлу и рекомендациями ГОСТ или РД. Но так как возникает необходимость упрочнения наплавленного слоя

Учитывая химический состав стали 20ГЛ, из которой изготовлены элементы автосцепного устройства согласно ГОСТ 2246-70 и ГОСТ 26101-84 можно выбрать следующие марки сварочных и наплавочных проволок:

1. Св-08Г2С для выполнения дуговой механизированной наплавки в среде защитного газа (так как она наиболее распространена и подходит для сварки и наплавки большинства стальных конструкций).

2. ПП-АН-180МН предназначенная для наплавки в среде углекислого газа деталей железнодорожного транспорта с нанесением слоя с повышенной износостойкостью.

Проволока сварочная Св-08Г2С имеет ассортимент диаметров от 0,3 мм до 12 мм и поставляется в мотках, завернутых в плотную пропитанную парафином бумагу с биркой, на которой должно быть указано название завода, изготовившего продукцию, марка проволоки, диаметр и ГОСТ, согласно которому она изготовлена. Чаще всего применяются кассеты массой до 5 кг.

Химический состав проволоки Св-98Г2С приведен в таблице 4 согласно ГОСТ 2246-70.

Таблица 4 – Химический состав сварочной проволоки Св-08Г2С [9]

С,%	Mn,%	Si,%	Ni,%	Cr,%	S,%	P,%
0,05-0,11	1,80-2,10	0,70-0,95	≤0,025	≤0,02	≤0,025	≤0,03

Механические свойства металла шва, наплавленного проволокой Св-08Г2С приведены в таблице 5 согласно ГОСТ 2246-70.

Таблица 5 – Механические свойства металла шва [9]

σ_B , МПа	δ , %	КСУ, кДж/см ²	
		20°С	-20°С
540	24	100	60

Проволока порошковая наплавочная ПП-АН-180МН имеет ассортимент диаметров от 1,6 мм до 2,8 мм и поставляется в кассетах, к поставке предъявляются те же требования, что и к поставке проволоки Св-08Г2С.

Химический состав проволоки ПП-АН-180МН и механические свойства шва приведены согласно ГОСТ 26101-84 в таблицах 6 и 7.

Таблица 6 – Химический состав проволоки наплавочной ПП-АН-180МН [22]

C,%	Si,%	Mn,%	Ti,%	Ni,%	Cr,%	V,%	S,%	P,%
0,11- 0,15	0,45- 0,75	0,80- 1,20	0,02- 0,06	0,40- 0,65	0,70- 1,20	0,05- 0,10	≤0,04	≤0,04

Таблица 7 – механические свойства металла шва [22]

σ_B , МПа	σ_T , МПа	δ , %	НВ
-	-	-	250-300

Данные проволоки имеют повышенное содержание раскислителей, что положительно сказывается на качестве наплавленного слоя, при этом пористость сводится к минимуму, а так же повышаются механические характеристики наплавленного слоя.

Сравнив данные проволоки предпочтение лучше отдать проволоке ПП-АН-180МН, так как в ее состав входит меньшее количество марганца, который

при повышении содержания приводит к ухудшению сопротивления стали ударным нагрузкам, но в то же время его в достаточном количестве для раскисления металла при проведении наплавочных работ. Так же наличие хрома в большем количестве, чем в проволоке Св-08Г2Л обеспечивает повышение стойкости стали на истирание и незначительное повышение коррозионностойкости, что положительно скажется на характеристиках наплавленного слоя. Никель и титан, входящие в состав проволоки ПП-АН-180МН, увеличат прочность наплавленного слоя, что повлечет за собой и увеличение износостойкости.

Наплавленный слой, полученный проволокой ПП-АН-180МН будет иметь структуру игольчатого феррита, способный к упрочнению во время эксплуатации и образованию плохоразрушаемых оксидных пленок, способствующих улучшению сопротивления трению.

Таким образом для повышения износостойкости наплавленного слоя следует применять проволоку ПП-АН-180МН при проведении ремонтных и наплавочных работ. Срок службы изделия при этом увеличится на приблизительно на 3%.

Проволоки для сварки и наплавки перед применением должны быть прокалены, очищены от загрязнений поверхности, не иметь заломов.

Хранить сварочные материалы необходимо в специально оборудованном помещении на стеллажах, или поддонах с влажностью не более 70% и температуре не ниже 15°C.

Защитными газами, применяемыми при наплавке поверхностного слоя и ремонте изношенных частей элементов автосцепного устройства, являются аргон и углекислый газ, но целесообразнее применять их смесь в целях компенсации влияния углекислого газа на основной металл и повышения теплоотдачи аргона. Согласно пособию [16] смесь, содержащая 20% углекислоты и 80% аргона способствует улучшению переноса металла, реализуя мелкокапельный и струйный перенос металла, что положительно сказывается на формировании наплавленного слоя и его однородности.

На железнодорожном транспорте применяют смеси изготовленные по ТУ 2114-003-49632579-2009 и поставляют в баллонах, выкрашенных в черный цвет с белой надписью Ar-CO₂ [23].

По ГОСТ 8050-85 углекислый газ поставляется в ассортименте с химическим составом, приведенном в таблице 8.

Таблица 8 – Сортамент и химический состав углекислого газа [10]

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

По ГОСТ 10157-79 аргон поставляется в ассортименте с химическим составом, приведенным в таблице 9.

Таблица 9 – Сортамент и химический состав аргона [11]

Содержание	Сорт	
	Высший сорт	1 сорт
Объемная доля аргона,% (не менее)	99,993	99,987
Объемная доля кислорода,% (не менее)	0,0007	0,002
Объемная доля азота,% (не менее)	0,005	0,01

Защитный газ должен поставляться в баллонах с нанесенным клеймом завода-изготовителя, указаниями о дате последней и последующей поверки, массы, объема. Баллоны должны иметь башмаки и защитные колпаки, предохраняющие вентиль от повреждений. Не иметь вмятин и выщербин на корпусе баллона. Иметь исправный башмак для обеспечения устойчивости.

Баллоны с защитным газом должны храниться в специальном закрытом помещении, оборудованном фиксаторами для закрепления баллонов и предотвращения их падения. Пустые и полные баллоны необходимо хранить отдельно друг от друга. Баллоны, не имеющие башмаков хранятся горизонтально на специальных деревянных подложках.

5 Расчет параметров режима наплавки

При выборе и расчете параметров режима наплавки целесообразно применить методику, изложенную в методическом пособии [24], разработанном специально для железнодорожного транспорта одним из университетов путей сообщения.

Выбор диаметра электродной проволоки осуществляется по таблице 10, приведенной в методическом пособии [24].

Таблица 10 – Соотношение толщины основного металла и диаметра электродной проволоки [24]

Толщина металла, мм	1-2	3-6	6-24
Диаметр электродной проволоки d_s , мм	0,8-1,0	1,2-1,6	2,0

Согласно ГОСТ 32885-2014 толщина стенки корпуса автосцепки в наиболее подверженных образованию дефектов местах составляет от 13 мм до 22 мм. Следовательно, примени диаметр проволоки равный 2,0 мм.

Сила сварочного тока определяется по формуле:

$$I_{св} = \frac{\pi \cdot d_s^2 \cdot a}{4}, \quad (2)$$

где a – плотность тока в электродной проволоке, А/мм² (110-130 А/мм²);

d_s – диаметр электродной проволоки, мм.

Отсюда:

$$I_{св} = \frac{3,14 \cdot 4 \cdot 110}{4} = 345,4 \text{ А.}$$

Для простоты настройки округлим данное значение до 345 А.

Такие высокие значения силы сварочного тока и плотности тока обусловлены особенностями протекания процессов при механизированной

сварке. При механизированной варке длина вылета электродной проволоки сравнительно мала по отношению к ручной дуговой, что позволяет применять большую плотность тока, однако, с увеличением диаметра проволоки плотность тока уменьшается при прочих неизменных параметрах.

Расход газовой смеси и напряжение дуги определяются по таблице 11, представленной в методическом пособии [24].

Таблица 11 – Соотношение расхода газовой смеси и напряжения дуги и силы сварочного тока [24]

Сила тока, А	50-60	90-100	150- 160	220- 240	280- 300	360- 380	430- 450
Напряжение дуги U_d , В	17-28	19-20	21-22	25-27	28-30	30-32	32
Расход защитной смеси Ar- CO ₂ , л/мин	8-10	8-10	9-10	15-16	15-16	18-20	18-20

Соответственно, для силы тока 345 А примем расход газовой смеси 16 л/мин и напряжение дуги 30 В.

Согласно рекомендациям [24] длину сварочной дуги необходимо выдерживать в диапазоне от 1,5 мм до 4,0 мм. Следует учитывать, что с увеличением длины дуги ухудшается формирование шва наплавленного слоя ввиду увеличения неустойчивости дуги. При этом уменьшается глубина проплавления, растут потери на разбрызгивание и возникает вероятность обрыва дуги. Поэтому длину дуги следует поддерживать близкой по значению к минимальному пределу.

Величина вылета электродной проволоки l_0 , согласно [24] может варьироваться в пределах от 25 мм до 30 мм. При этом с увеличением длины

вылета электродной проволоки, как и при увеличении длины дуги, ухудшается устойчивость горения столба дуги и растут потери на разбрызгивание. Вместе с тем может возникать повышенная пористость шва наплавленного слоя ввиду недостаточности плотности струи защитной смеси, так как с увеличением расстояния от сопла горелки до зоны наплавки газовая смесь поступает в недостаточном количестве для надежной защиты сварочной ванны от воздействия окружающей атмосферы. Но в то же время при уменьшении величины вылета электродной проволоки возрастает вероятность закупоривания сопла горелки брызгами расплавленного металла, что приводит к невозможности плавного поступления электродной проволоки и затрудняет доступ защитной газовой смеси в зону наплавки.

Скорость подачи электродной проволоки рассчитывается по формуле:

$$V_{\text{пп}} = \frac{4 \cdot \alpha_p \cdot I_{\text{св}}}{\pi \cdot d_3^2 \cdot \rho}, \quad (3)$$

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

ρ – плотность наплавленного металла, г/см³ (для стали 7,8 г/см³);

$V_{\text{пп}}$ – скорость подачи проволоки, м/ч.

Коэффициент расплавления проволоки α_p рассчитывается по формуле:

$$\alpha_p = 3,0 + 0,08 \cdot \frac{I_{\text{св}}}{d_3}, \quad (4)$$

Из этой формулы получим:

$$\alpha_p = 3,0 + 0,08 \cdot \frac{345}{2} = 16,8 \text{ г/А·ч.}$$

Имея значение α_p рассчитаем скорость подачи проволоки:

$$V_{\text{пп}} = \frac{4 \cdot 16,8 \cdot 345}{3,14 \cdot 4 \cdot 7,8} = 236,6 \text{ м/ч.}$$

Скорость наплавки рассчитывается по формуле:

$$V_{\text{св}} = \frac{\alpha_n \cdot I_{\text{св}}}{100 \cdot F_B \cdot \rho}, \quad (5)$$

где α_n – коэффициент наплавки, г/А·ч;

F_B – площадь поперечного сечения валика, см² (0,3-0,7 см²), примем ее равной среднему значению 0,5 см².

Коэффициент наплавки α_H рассчитывается по формуле:

$$\alpha_H = \alpha_p \cdot (1 - \Psi), \quad (6)$$

где Ψ – коэффициент потерь на разбрызгивание (0,1 – 0,15).

Таким образом коэффициент наплавки α_H равен:

$$\alpha_H = \alpha_p \cdot (1 - \Psi) = 16,8 \cdot (1 - 0,15) = 14,28 \text{ г/А} \cdot \text{ч.}$$

Скорость наплавки, согласно формуле 5, $V_{св}$ равна:

$$V_{св} = \frac{14,28 \cdot 345}{100 \cdot 0,5 \cdot 7,8} = 12,6 \text{ м/ч.}$$

Род и полярность тока.

Для механизированной наплавки в среде защитного газа целесообразно применять постоянный ток обратной полярности, что позволит добиться уменьшения потерь на разбрызгивание, повышения стабильности горения дуги и улучшению формирования наплавляемого валика.

Данные, полученные по расчетам параметров режима наплавки приведены в таблице 12.

Таблица 12 – Расчетные параметры режима наплавки

Наименование параметра режима/единицы измерения	Значение
Диаметр электрода $d_э$, мм	2,0
Сила сварочного тока $I_{св}$, А	340-360
Напряжение дуги $U_д$, В	28-30
Расход защитного газа, л/мин	16-18
Длина сварочной дуги, мм	1,5-4,0
Вылет электродной проволоки, мм	25-30
Скорость подачи проволоки $V_{пш}$, м/ч	237
Скорость сварки $V_{св}$, м/ч	12,6
Род и полярность тока	Постоянный ток обратной полярности

Приведенные в таблице 12 параметры режима наплавки относятся к основным параметрам режима и могут незначительно отличаться от реальных, так как настройка полуавтомата производится экспериментальным путем выполнения нескольких пробных валиков, с учетом расчетных и рекомендуемых значений до достижения необходимого результата. Так же данные расчетные параметры совпадают с рекомендуемыми по трудам Абраменко Дениса Николаевича [20].

Дополнительные параметры режима (пространственное положение, угол наклона электрода, температура окружающей среды, относительная влажность воздуха и пр.) в каждом конкретном случае могут быть различными и расчету не поддаются.

6 Выбор сварочного оборудования

Для осуществления ремонта и наплавки поверхностного слоя корпуса автосцепки СА-3 необходимо применение сварочного полуавтомата.

Сварочный полуавтомат необходимо выбирать с учетом расчётных параметров режима таким образом, чтобы он удовлетворял максимальным показателям, или имел небольшой запас, а также из экономических соображений. Соотношение цена-качество является одной из важнейших особенностей выбора.

Сварочное оборудование должно быть надежным, обладать понятным устройством, по возможности компактными размерами. Данные требования необходимо учитывать при выборе оборудования и ориентироваться на современный рынок сварочных аппаратов.

На период 2021 года из большого количества возможных вариантов наиболее подходящим является сварочный полуавтомат TCC PRO MIG/MMA – 500F MIG/MAG, MMA, так как дешевле аналогов со схожими характеристиками в среднем на 15 тысяч рублей, но, тем не менее, хорошо зарекомендовал себя на рынке потребителей.

Сварочный полуавтомат TCC PRO MIG/MMA – 500F MIG/MAG, MMA имеет комплектацию:

1. Горелка с жидкостным охлаждением;
2. Управляющий кабель;
3. Блок подачи проволоки;
4. Кабель с клемой заземления;
5. Кабель с электрододержателем;
6. Газовые рукава.

Технические характеристики сварочного аппарата инверторного типа TCC PRO MIG/MMA – 500F MIG/MAG, MMA приведены в таблице 13.

Таблица 13 - Технические характеристики сварочного аппарата инверторного типа TCC PRO MIG/MMA – 500F MIG/MAG, MMA [25]

Параметр, единицы измерения	Значение
Тип сварки	MMA, MIG/MAG
Сила сварочного тока MMA, А	40-500
Сила сварочного тока MIG/MAG, А	40-500
Входное напряжение, В	323-437
Диаметр электрода, мм	1,6-8,0
Диаметр электродной проволоки, мм	0,6-2,0
Мощность, кВт·А	24,60
Рабочее напряжение, В	16-40
Род тока	Постоянный
Функции	Форсаж дуги, двух и четырехтактный режим
Количество фаз питания	3
Продолжительность включения при максимальном токе, %	80
Максимальный сварочный ток при непрерывной работе, А	447
Класс изоляции	F
Тип охлаждения	Воздушное
Габариты, ДхШхВ	870x420x700
Масса, кг	69

7 Выбор способа контроля качества

Контроль качества отремонтированных деталей автосцепного устройства, в том числе корпуса автосцепки, производится с целью выявления дефектов сварных швов и дефектов наплавленного слоя.

На железнодорожном транспорте применяются в основном следующие виды контроля качества:

1. Визуальный и измерительный контроль;
2. Магнитопорошковый метод контроля;
3. Ультразвуковой метод контроля;
4. Вихретоковый метод контроля;
5. Металлографический анализ;
6. Радиографический метод контроля.

Наиболее распространенными дефектами при ремонте и наплавке элементов автосцепного устройства являются:

1. Несплавления;
2. Твердые и газовые включения;
3. Перегрев околошовной зоны;
4. Трещины.

Учитывая данную специфику целесообразно выбрать следующие способы контроля качества:

1. Визуальный и измерительный контроль по РД 03-606-03 [26].

Визуальный и измерительный контроль должен применяться ко всем сварным соединениям, а также отремонтированным участкам после наплавки для оценки качества работ и выявления наружных дефектов: трещин, пор, неравномерностей формирования шва.

2. Магнитопорошковый контроль по ГОСТ Р 55612-2013 [27].

Магнитопорошковый контроль применяется для обнаружения внутренних подповерхностных дефектов, таких как внутренние твердые и

газовые включения, несплошности, несплавления, трещины после проведения наплавочных ремонтных работ.

3. Ультразвуковой контроль по ГОСТ Р 55724-2013 [28].

Ультразвуковой метод контроля позволяет определить внутренние дефекты, залегающие на большей глубине, чем дефекты, выявляемые магнитопорошковым методом. Делает возможным определение толщины исследуемого изделия.

Применение данных методов контроля позволяет достаточно точно определить наличие различных дефектов за счет компенсации недостатков одного способа достоинствами другого, например, определив наличие дефекта магнитопорошковым методом нельзя точно определить, что именно это за дефект и его габариты, но применяя дополнительно ультразвуковой контроль эти вопросы можно разрешить.

Контроль качества может быть вводным (после полного осмотра автосцепного устройства в КПА для уточнения мер и приемов ремонта) и заключительным (после проведения ремонта для обнаружения наличия дефектов наплавки, или сварки).

Магнитопорошковый метод и ультразвуковой метод требуют наличия квалифицированного персонала для качественного проведения контроля и оперативного расшифровывания результатов контроля, в то время как применение визуального и измерительного контроля не требует специальной подготовки (так же к визуальному и измерительному контролю относится обязательная промерка габаритов корпуса автосцепки с применением специальных шаблонов контроля СА-3).

8 Технологический процесс наплавки и ремонта изношенных участков корпуса автосцепки СА-3

Все технологические операции должны осуществляться в специально оборудованном сертифицированном контрольном пункте автосцепки.

Каждая технологическая операция осуществляется в соответствии с инструкцией [21] при соблюдении требований и норм техники безопасности и охраны труда.

В состав технологического процесса наплавки и ремонта изношенных участков корпуса автосцепки СА-3 входят следующие операции:

1. Снятие корпуса автосцепки.

Снятие корпуса производится в цеху КПА с применением станда для сборки-разборки автосцепки. При этом станд может быть установлен на колесную тележку, или перемещаться посредством крана.

2. Очистка корпуса автосцепки.

Очистка корпуса автосцепки от загрязнений в процессе эксплуатации производится при помощи кёрхера с применением моющего средства. После мытья корпуса автосцепки производится обдув воздухом с недолгосрочной выдержкой в воздушной среде для выветривания остаточной влаги.

3. Полный осмотр корпуса автосцепки.

Полный осмотр производится с целью определения состояния элементов корпуса и обнаружения дефектов, перечисленных в подпункте 1.2 настоящей выпускной квалификационной работы с применением элементов набора для ВИК и специального комплекта шаблонов контроля автосцепки СА-3 в соответствии с инструкцией [21].

Если при осмотре обнаружены дефекты и неисправности, которые не позволяют выполнить ремонт и осуществлять дальнейшую эксплуатацию, устройство утилизируют и заменяют новым.

4. Входной неразрушающий контроль.

С целью уточнения габаритов дефектов обнаруженных при осмотре производится ультразвуковой контроль. Посредством входного неразрушающего контроля определяется глубина залегания трещин, обнаруженных при осмотре, наличие внутренних дефектов для уточнения глубины выборки и разделки дефектных участков перед ремонтом и восстановлением.

5. Выборка и разделка дефектных участков.

Осуществление разделки и выборки дефектных участков (трещин, сколов, шероховатостей в углублениях изношенных поверхностей) производится механическим способом с применением УШМ, оборудованных абразивными шлифовальными кругами; с применением фрез из быстрорежущей стали, или термическим - электродуговой резкой покрытыми электродами; электровоздушной резкой омедненными электродами; кислородной резкой с применением горючей смеси пропана и кислорода.

После электродуговой, электровоздушной и газокислородной обработки необходимо зачистить поверхности обработанного металла абразивным шлифовальным инструментом, или фрезой.

Разделку трещин и выборку дефектов износа следует производить на полную глубину, с превышением реального размера трещин на 4-5 мм по ширине и на 1-2 мм по глубине, для предотвращения повторного образования трещин.

При подготовке участка к наплавке зачищают до металлического блеска околонаплавочную зону в обе стороны на расстояние не менее 20 мм.

6. Наплавка и ремонт изношенных участков.

Перед наплавкой производится предварительный подогрев ремонтируемого участка до температуры 200-250°С с применением газопламенной обработки, или индуктора.

Затем осуществляется наплавка и восстановление, при этом запрещено выполнять наплавку на расстоянии менее чем 15 мм от скруглений окон замка и замкодержателя согласно источникам [13, 17, 21].

Наплавка производится при помощи электродной проволоки ПП-АН-180МН.

Каждый валик одного прохода необходимо проковывать для большего рассеяния внутренних напряжений, что положительно скажется на механических характеристиках наплавленного слоя.

Последующий валик накладывают таким образом, чтобы его середина располагалась в переходной зоне между металлом шва предыдущего валика и основным металлом.

Наплавка производится таким образом, чтобы толщина наплавленного слоя была больше, чем рабочие габариты корпуса автосцепки, то есть, наплавка производится с запасом на припуски для последующей механической обработки.

7. Механическая обработка отремонтированных участков.

После восстановительного ремонта производится механическая обработка наплавленных участков с применением фрез из быстрорежущей стали.

При механической обработке изделию придаются нормальные габаритные размеры и удаляются неровности, образовавшиеся в процессе восстановительного ремонта.

8. Промерка габаритов специальными шаблонами контроля СА-3.

После завершения механической обработки производится контрольная промерка эталонными шаблонами контроля габаритных размеров корпуса автосцепки. В случае соответствия формы профиля и размеров эталону корпус автосцепки подвергают заключительной технологической операции неразрушающего контроля.

9. Заключительный неразрушающий контроль.

Отремонтированный корпус автосцепки проверяют на наличие дефектов, допущенных при ремонте посредством магнитопорошкового и ультразвукового контроля.

В случае, если дефекты не обнаружены устройство отправляется в эксплуатацию.

В случае обнаружения дефектов устройство отправляют на доработку.

Согласно разработанному технологическому процессу составлены карта эскизов и маршрутная карта. Комплект документов объединен титульным листом (приложение А) и включает в себя маршрутную карту (приложение Б) и карту эскизов (приложение В).

9 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсоснабжение

Раздел финансового менеджмента предполагает анализ конкурентоспособности и ресурсоэффективности, а также расчет бюджета разработки. Производится оценка перспективности, планирование и формирование бюджета научного исследования, анализ экономической эффективности.

Для проведения связи разработки с темой выпускной квалификационной работы рассмотрим расчет нормы времени на выполнение разрабатываемого технологического процесса.

При разработке технологического процесса восстановительного ремонта корпуса автосцепки СА-3 необходимо рассмотреть несколько вариантов путей решения данного вопроса.

Автосцепка СА-3 распространена на территории РФ со времен существования СССР, так как была разработана еще в 1935 году и до сих пор является надежной в эксплуатации и конкурентоспособной по сравнению с другими образцами автосцепных устройств, применяемых на железнодорожном транспорте как на территории РФ, так и за рубежом.

На сегодняшний день основную конкуренцию составляют предприятия-производители вагонов и устройств Ж/Д транспорта из таких стран как США, Китай, Япония и ряд стран Европы.

На территории РФ в области обслуживания и ремонта железнодорожного транспорта осуществляют свою деятельность следующие предприятия: АО ВолгаУралТранс, ООО ГАРАНТ РЕЙЛ СЕРВИС, ООО Ремонтная компания Новотранс, ООО Гениум, ЗАО Железнодорожный ВРЗ и другие.

Данными предприятиями в большинстве применяется стандартный вариант проведения восстановительного ремонта элементов автосцепки СА-3.

Разрабатывая технологический процесс восстановительного ремонта целесообразно учитывать решения стандартного варианта с целью улучшения экономических показателей и проводя анализ каждого решения с целью сравнения показателей по разработанному и стандартному вариантам, выбирая тот из них, при котором очевидным будет уменьшение затрат на выполнение суммарного выпуска готовой продукции в период одного года.

Стандартный вариант предполагает выполнение технологического процесса с применением сварочного выпрямителя ВДУ-505, сварочного полуавтомата ПДГО-527-4К с применением таких сварочных материалов как проволока сварочная Св-12Х15Г2, защитного газа аргона. Наплавка осуществляется на сварочном верстаке.

Разрабатываемый вариант предполагает применение современного сварочного полуавтомата TCC PRO MIG/MMA – 500F MIG/MAG, MMA, электродной проволоки ПП-АН-180МН и смеси защитных газов CO₂ + Ar в соотношении 2:8. Наплавка осуществляется в сборочно-сварочном стенде.

Перед проведением финансовых расчетов целесообразно рассчитать норму времени на выполнение технологических операций для более точной оценки ресурсоемкости и ресурсоэффективности.

Затем производится расчет необходимого количества оборудования и расчет технологических затрат.

9.1 Расчет норм времени

Правильное функционирование любого предприятия подразумевает детальный анализ фотографии рабочего дня.

Каждая технологическая операция должна нормироваться и выполняться таким образом, чтобы время, затрачиваемое на ее выполнение, назначалось рационально. Отсюда рассчитывается и назначается объем заработной платы рабочих, а также появляется возможность определения

затрат на используемые материалы, электроэнергию, отопление помещения в холодные сезоны и тд.

Существует классификация затрат рабочего времени:

$t_{пз}$ – подготовительно – заключительное время в состав которого входит время на ознакомление с заданием и операциями, необходимыми для его выполнения.

$t_{оп}$ – оперативное время. К нему относится время на выполнение технологических операций. В свою очередь оперативное время включает в себя основное время T_o , затрачиваемое на изменение предмета труда и вспомогательное время $t_{всп}$, которое необходимо для проведения дополнительных действий, направленных на обеспечение основной работы.

Определение штучного времени $T_{ш}$ на проведение сварочной операции восстановительного ремонта, выполняемого дуговой сваркой производят по формуле согласно [29]:

$$T_{ш} = T_{н.ш.к} \cdot L + t_{всп}, \quad (7)$$

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

L – длина наплавляемой поверхности, мм;

$t_{всп}$ – вспомогательное время по типу изделия и оборудования (0,6 мин).

Неполное штучно-калькуляционное $T_{н.ш.к}$ время рассчитывается согласно формуле:

$$T_{н.ш.к} = (T_o + T_{в.ш.}) \cdot \left(1 + \frac{t_{об} + t_{от} + t_{пз}}{100}\right), \quad (8)$$

где T_o – основное время, мин;

$T_{в}$ – вспомогательное время (0.75 мин), зависящее от параметров шва;

$t_{об}$ – время обслуживания рабочего места;

$t_{от}$ – время отдыха;

$t_{пз}$ – подготовительно – заключительное время.

$t_{об}$, $t_{от}$ и $t_{пз}$ принимаются в процентном соотношении к оперативному времени (24% для наплавке в среде защитных газов).

Основное время T_o для восстановительного ремонта методом механизированной наплавки рассчитывается по формуле:

$$T_o = \frac{F \cdot \rho \cdot 60}{I \cdot \alpha_n} \cdot n, \quad (9)$$

где F – площадь сечения шва;

I – сила тока;

ρ – плотность наплавленного металла, г/см³ (7,8 г/см³);

α_n – коэффициент наплавки, г/А·ч (14,28 г/А·ч);

n – число проходов.

Произведем расчет нормы времени восстановительного ремонта методом механизированной наплавки по разработанному варианту, приняв исходные данные для операции наплавки согласно ФЮРА 20190.00003 и ФЮРА 10190.00002:

1. Материал, из которого изготовлена конструкция – сталь 20ГЛ.
2. Применяемая электродная проволока ПП-АН-180МН.
3. Заранее подготовленное к наплавке изделие.
4. Длина наплаваемого участка $L = 110$ мм.
5. Пространственное положение – нижнее.
6. Площадь поперечного сечения наплаваемого металла 26,4 мм².
7. Коэффициент наплавки $\alpha_n = 14,28$ г/А·ч.
8. Количество проходов $n = 5$ шт.
9. Сила тока 345 А.

Таким образом получим:

$$T_o = \frac{F \cdot \rho \cdot 60}{I \cdot \alpha_n} \cdot n = \frac{26,4 \cdot 7,8 \cdot 60}{345 \cdot 14,28} \cdot 5 = 12,53 \text{ мин.}$$

Неполное штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{ш.н.к.}} = (T_o + T_{\text{в.ш.}}) \cdot \left(1 + \frac{t_{\text{об}} + t_{\text{от}} + t_{\text{пз}}}{100}\right) = (12,53 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{24}{100}\right) = 16,46 \text{ мин.}$$

Норма штучного времени составит:

$$T_{\text{ш}} = T_{\text{ш.н.к.}} \cdot L + t_{\text{всп}} = 16,46 \cdot 11 + 0,6 = 2,41 \text{ мин.}$$

Таким образом на выполнение одного шва затрачивается 2,41 мин, а на выполнение операции наплавки дефектного участка в общем 12,53 мин.

По норме стандартного варианта данные показатели составляют 12,53 мин и 16,25 мин, что больше разработанного варианта на 3,72 мин.

Предполагаемый вариант позволяет провести оптимизацию технологического процесса и ускорить его на 1/5 часть от стандартного времени. В условиях загруженности Ж/Д транспорта каждая минута простоя позволяет сэкономить десятки тысяч рублей.

9.2 Потенциальные потребители результатов исследования.

Объектом разработки является ремонт и упрочнение поверхностного слоя металла корпуса автосцепки грузового вагона СА-3. Потенциальными потребителями данного технологического процесса являются ремонтные депо подвижного состава на территории РФ, контрольные пункты автосцепки и ряд предприятий, осуществляющих деятельность в сфере ремонта и обслуживания единиц подвижного состава железнодорожного транспорта.

Сегментирование рынка осуществляется по классификации сферы применения и размеру компании-заказчика. Карта сегментирования приведена в таблице 14.

Таблица 14 – Карта сегментирования

		Сфера использования		
		Контрольные пункты автосцепки	Частные ремонтные предприятия	Лаборатории
Размер организации	Крупные			
	Средние			
	Мелкие			

Данная карта сегментирования отражает возможность применения разработки во всех контрольных пунктах автосцепки, на частных ремонтных предприятиях крупного и среднего размера, а также крупных лабораториях. Для применения разработки на мелких предприятиях необходимо внедрение ряда приспособлений: приборы для измерения твердости, дефектоскопы, стенды для сборки и разборки автосцепки.

9.3 Анализ конкурентных технических решений

На территории РФ в данной отрасли осуществляют свою деятельность ряд предприятий, перечисленных выше, но наибольшую часть рынка занимают: АО ВолгаУралТранс, ООО Ремонтная компания Новотранс и ООО Дженерал Трэйдинг Компани.

АО ВолгаУралТранс производит обслуживание и ремонт подвижного состава железнодорожного транспорта различного назначения, имеет несколько крупных узлов по обслуживанию и ремонту подвижного состава в Саранске, Ульяновске, Самаре, Пензе, Тольятти и ряде других городов. Осуществляет ремонт вагонов и тепловозов, верхнего строения пути, аренду подвижного состава, размещение вагонов.

ООО Ремонтная компания Новотранс осуществляет широкий спектр деятельности, в том числе, грузоперевозки и ремонт вагонов подвижного состава. Услугами РК Новотранс пользуются более 10 крупнейших собственников подвижного состава: НефтеТрансСервис, Трансойл, Евросиб, ТФМ-Транс, РН-ТРАНС и другие. Так же компания успешно осуществляет работу в сфере портовых активов и паромных комплексов.

Данные компании используют как стандартные методы решения вопроса проведения технологического процесса, так и собственные наработке в ряде случаев, требующих эксклюзивного подхода.

Ввиду колоссального объема ремонтных работ стандартный вариант пользуется наибольшей популярностью, так как проверен временем и является

рабочим. Применяемые материалы и оборудование являются доступными для крупных компаний и производятся как отечественными, так и зарубежными заводами-изготовителями.

Разработка эксклюзивного технологического процесса требуется в тех случаях, когда возникает беспрецедентная ситуация: выход из строя оборудования, подвергающегося ремонту только в специальных условиях и с применением специального оборудования, что влечет за собой затраты на разработку технологического процесса, а в некоторых случаях разработку и изготовление нового оборудования, или материалов.

Так как с экономической точки зрения такое мероприятие зачастую бывает невыгодным, ситуация разрешается заменой вышедшего из строя оборудования на новое.

Но в современных условиях заказ и доставка оборудования может занимать большое количество времени, что приводит к простоям единиц подвижного состава и потере прибыли.

Сравнительная таблица конкурирующих технических решений приводится в таблице 15.

Таблица 15 – Сравнение конкурирующих технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
Удобство в эксплуатации	0,05	4	5	5	0,4	0,5	0,5
Долговечность	0,1	5	5	4	0,25	0,25	0,2
Надежность	0,1	5	5	4	0,5	0,5	0,4
Безопасность	0,05	4	4	4	0,8	0,8	0,8
Точность измерений	0,2	5	5	4	0,25	0,25	0,2
Быстродействие	0,1	5	4	4	0,25	0,2	0,2
Экономические критерии оценки эффективности							
Цена	0,2	5	3	4	1	0,6	0,8

Продолжение таблицы 15

Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	4	4	5	0,4	0,4	0,5
Послеремонтное обслуживание	0,05	5	5	5	0,25	0,25	0,25
Доступность	0,05	5	5	5	0,5	0,5	0,5
Итого	1	48	43	42	4,6	4,15	4,35

По результатам расчета можно сделать вывод о том, что обеспечивается конкурентоспособность разрабатываемого процесса на рынке. С точки зрения затрат на материалы разработка проигрывает, так как предполагаемый процесс подразумевает применение более качественных материалов, но вместе с тем обеспечивает более длительный период износа изделия, что компенсирует затраты на материал.

9.4 SWOT – анализ

SWOT – анализ позволяет оценить слабые и сильные стороны проекта, его внешнюю и внутреннюю среду, а так же проанализировать возможные угрозы, способные снизить как эффективность проекта в целом, так и повысить ресурсоемкость каждого из его аспектов. При этом анализируя угрозы можно предпринять меры по их предупреждению, или минимизации их влияния. Матрица SWOT-анализа приводится в таблице 16.

Таблица 16 – Матрица SWOT- анализа

	<p>Сильные стороны: С1. Возможность ремонта без полной замены детали. С2. Возможность применения в серийном производстве. С3. Возможность повышения срока службы после ремонта.</p>	<p>Слабые стороны: Сл1. Затраты на более дорогие материалы. Сл2. Затраты на повышение квалификации персонала.</p>
<p>Возможности: В1. Увеличение количества отремонтированных изделий за счет сокращения времени ремонта. В2. Увеличение прибыли за счет увеличения срока эксплуатации изделия.</p>	<p>В1С2. Рост объема отремонтированных изделий в единицу времени. В2С1С3. Сокращение затрат на доставку и покупку нового устройства взамен вышедшего из строя.</p>	<p>В1В2Сл1Сл2. Компенсация затрат на материалы и обучение персонала за счет увеличения объемов прибыли с увеличением количества выпускаемой продукции.</p>
<p>Угрозы: У1. Рост затрат на материалы. У2. Рост затрат на оборудование и обучение персонала.</p>	<p>У1У2С1. Нивелирование отрицательного эффекта дороговизны материалов и оборудования за счет увеличения прибыли при повышении объемов выполнения ремонта.</p>	<p>У1У2Сл1Сл2. Вероятность отрицательного роста прибыли и возможность отказа от рассматриваемого варианта.</p>

Подводя итог SWOT-анализа можно сказать, что разрабатываемый технологический процесс дает возможности для роста экономических показателей предприятия в целом.

Для предупреждения угрозы У1 возможно приобретение более дешевых аналогов материалов в ущерб сроку эксплуатации изделия.

Для предотвращения угрозы У2 возможно рассмотреть варианты более дешевых аналогов оборудования, простых в использовании, но с меньшим

коэффициентом производительности, что так же отрицательно скажется на количестве выпускаемой продукции в единицу времени.

9.5 Планирование научно-исследовательской работы

9.5.1 Структура работ

Планирование этапов работы является основополагающим вопросом в проведении разработки проекта. Структурирование позволяет определить занятость каждого участника проекта и распределить обязанности максимально рационально для увеличения производительности и сокращения сроков выполнения всех этапов. Структура работ приводится в таблице 17.

Таблица 17 – Структура работ

Этапы работы	Загрузка исполнителей
1. Постановка целей и задач	НР – 80%, И – 20%
2. Обзор литературы	И – 100%
3. Разработка технического задания	НР – 20%, И – 80%
4. Разработка календарного плана	НР – 20%, И – 80%
5. Идентификация объекта	И – 100%
6. Разработка тех. процесса	И – 100%
7. Анализ разрабатываемого процесса и стандарта	И – 100%
8. Обработка результатов	И – 100%
9. Оформление расчетно-пояснительной записки	И – 100%
10. Оформление графической части	И – 100%
11. Подведение итогов.	НР – 100%

9.5.2 Разработка графика проведения научно-технического исследования

Определение трудоемкости выполнения проекта производится по формуле согласно источнику [26]:

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{min} + 2 \cdot t_{max}}{5}, \quad (10)$$

где $t_{ож}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения работы, чел.дн;

t_{min} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной работы, чел.дн;

t_{max} – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной работы, чел.дн.

При построении диаграммы Ганта длительность каждого этапа работы переводится в календарные дни из рабочих по формуле:

$$T_{кд} = T_{рд} \cdot K_{кд}, \quad (11)$$

где $T_{кд}$ – продолжительность выполнения работы в календарных днях;

$T_{рд}$ – продолжительность выполнения работы в рабочих днях;

$K_{кд}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности рассчитывается по формуле:

$$K_{кд} = \frac{T_{кд}}{T_{кд} - T_{вд} - T_{пд}}, \quad (12)$$

где $T_{кд}$ – продолжительность календарных дней в году;

$T_{вд}$ – количество выходных дней в году;

$T_{пд}$ – количество праздничных дней в году.

Значение коэффициента календарности для 2021 года согласно формуле 12:

$$K_{кд} = \frac{T_{кд}}{T_{кд} - T_{вд} - T_{пд}} = \frac{366}{300} = 1,22.$$

Итог подведен в таблице 18. Приводя наглядное пояснение распределения этапов работы и ее структуры целесообразно оформить их в графическом и табличном виде. Для этого можно применить диаграмму Ганта (рисунок 3), отражающую затраты времени на каждый из пунктов структуры.

Таблица 18 – расчет трудозатрат на выполнение работ

Наименование работы	Исполнит ели работы	Длительность работ, дн.			Трудоёмкость работ по исполнителям, чел.дн			
		t_{\min}	t_{\max}	$t_{ож}$	$T_{РД}$		$T_{КД}$	
					НР	И	НР	И
1. Постановка целей и задач	НР, И	3	4	3,5	2,72	0,78	3,318	0,83
2. Обзор литературы	И	4	5	4,5	0	4,5	0	7,076
3. Разработка технического задания	НР, И	9	18	14,5	3,53	10,98	4,099	14,35
4. Разработка календарного плана	НР, И	3	6	4,2	1	3,2	1,025	4,1
5. Идентификация объекта	И	6	12	8,4	0	8,4	0	10,25
6. Разработка тех. процесса	И	11	17	14,4	0	14,4	0	17,57
7. Анализ разрабатываемого процесса и стандарта	И	5	8	7,6	0	7,6	0	9,272
8. Обработка результатов	И	6	10	8,6	0	8,6	0	8,345
9. Оформление расчетно-пояснительной записки	И	7	13	7,6	0	7,6	0	7,418
10. Оформление графической части	И	4	12	10,4	0	10,4	0	17,57
11. Подведение итогов.	НР	2	4	2,8	2,8	0	3,416	0
Итого:		60	109	86,5	10,05	76,46	11,86	96,77

Диаграмма Ганта

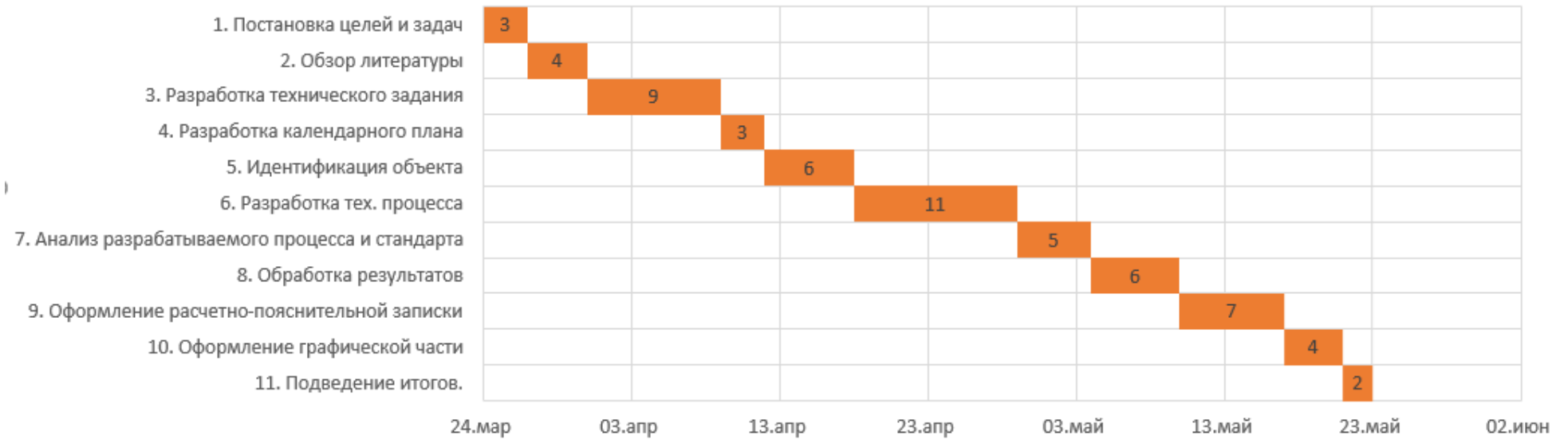


Рисунок 3 – Диаграмма Ганта

Диаграмма Ганта наглядно показывает время, затрачиваемое на практическую часть исследования – более двух месяцев. Наибольшую часть времени занимают разработка технологического процесса, выполнение графической части и разработка технического задания, так как эти элементы являются важнейшими.

9.5.3 Бюджет научно-технического исследования

Затраты на проведение исследования необходимо оценивать и планировать еще на этапе подготовки, так как успех работы напрямую зависит от активов, которые необходимо в него вложить. Чтобы оценить затраты необходимо рассчитать расходы по следующим пунктам:

1. Материальные затраты;
2. Амортизационные отчисления;
3. Заработная плата исполнителей;
4. Отчисления во внебюджетные фонды;
5. Накладные расходы.

9.5.4 Расчет материальных затрат

Данный раздел подразумевает суммарную оценку стоимости материальных ценностей, необходимых для выполнения работ.

Теоретические изыскания, математические расчеты, а также выполнение графической части невозможны без ряда специализированных продуктов программного обеспечения, в число которых входят: MicrosoftWord, Компас-3D, Excel, Power Point и вспомогательные приложения (калькулятор, браузер).

Продукты Microsoft – Word и Excel можно найти в свободном доступе в интернете.

Компас-3D пробная версия сроком на 30 календарных дней доступна для ознакомления на сайте ТПУ, при этом данного времени достаточно для

выполнения связанных с программным обеспечением целей выпускной квалификационной работы.

Браузер и калькулятор так же являются бесплатным программным обеспечением.

Основные затраты приходятся на материальные ценности: ноутбук, канцелярские принадлежности, и оплату услуг копировального центра – распечатка бумажной формы выпускной квалификационной работы. Так же существует статья затрат на логистические перемещения в пределах 10% от общего объема затрат, а так же электроэнергию.

Расчет материальных затрат приводится в таблице 19.

Таблица 19 – Материальные затраты

Наименование	Цена за ед., руб.	Количество штук	Сумма, руб.
Печать ВКР в копировальном центре	250	1	250
Тетрадь общая в клетку, 48 листов	68	1	68
Ручка шариковая синяя	45	2	90
Электричество, кВтч	3,66	25	91,5
Итого			499,5
С учетом затрат на логистические перемещения (10%)			549,45

9.5.5 Расчет амортизационных отчислений

По общепринятому плану написание выпускной квалификационной работы рассчитано на пять месяцев.

Расчеты, применение программного обеспечения и оформление выпускной квалификационной работы производится с применением ноутбука,

начальная стоимость которого составила 30000 рублей. Срок службы офисной техники рассчитан на 3-5 лет, таким образом норма амортизации N_A рассчитывается по формуле:

$$N_A = \frac{1}{T} \cdot 100\%, \quad (13)$$

где T – срок полезного использования, лет.

Приняв среднее значение срока использования в 4 года получим:

$$N_A = \frac{1}{4} \cdot 100\% = \frac{1}{5} \cdot 100\% = 20\%.$$

Годовые амортизационные отчисления:

$$A_{\text{год}} = 30000 \cdot 0,2 = 6000 \text{ руб.}$$

Ежемесячные амортизационные отчисления:

$$A_{\text{мес}} = \frac{6000}{12} = 500 \text{ руб.}$$

Итоговая сумма амортизации основных средств:

$$A = 500 \cdot 5 = 2500 \text{ руб.}$$

9.5.6 Расчет заработной платы и отчислений во внебюджетные фонды

Оклад научного руководителя (в должности доктора) в Томске составляет в среднем 39728 рублей по данным на 2021 год. Оклад студента (инженера) принимается равным окладу соответствующего специалиста низшей квалификации (ассистента) – 14344 рубля. В 2021 году с учетом 118 дней, приходящихся на праздничные, выходные и отпускные дни, рабочих дней 247, что в среднем дает 21 рабочий день в месяц. Средняя заработная плата для руководителя составит 1891,80 рубля в день. Для консультанта и инженера – 683,05 рубля в день.

Заработная плата состоит из основной и дополнительной частей и рассчитывается согласно формуле:

$$ЗП_{\text{осн}} = ЗП_{\text{дн}} \cdot T_{\text{рд}} \cdot (1 + K_{\text{пр}} + K_{\text{д}}) \cdot K_{\text{р}}, \quad (14)$$

где $ЗП_{\text{дн}}$ – средняя заработная плата, руб;

$T_{РД}$ – трудоемкость выполнения работы в рабочих днях;

$K_{пр}$ – коэффициент премирования;

$K_{д}$ – коэффициент доплат;

$K_{р}$ – районный коэффициент.

Результаты расчета основной заработной платы по формуле 14 приведены в таблице 20.

Таблица 20 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	$ЗП_{дн}$	$K_{р}$	$K_{д}$	$K_{пр}$	$T_{РД}$	$ЗП_{осн}$, руб
Руководитель	1891,80	1,3	0,2	1,3	10,05	61790,9
Инженер	683,05	0	0,2	1,3	76,46	130565
Итого						192355,9

Дополнительная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{доп} = ЗП_{осн} \cdot 0,12, \quad (15)$$

где $ЗП_{осн}$ – основная заработная плата, руб.

Отчисления во внебюджетные фонды в соответствии с Налоговым кодексом Российской Федерации рассчитываются по формуле:

$$ЗП_{внеб} = (ЗП_{осн} + ЗП_{доп}) \cdot 0,3, \quad (16)$$

где $ЗП_{осн}$ – основная заработная плата, руб.;

$ЗП_{доп}$ – дополнительная заработная плата, руб.

Данные, полученные при расчете по формулам 15 и 16 приведены в таблице 21.

Таблица 21 – Расчет дополнительной заработной платы и отчислений

Исполнители	$ЗП_{доп}$	$ЗП_{внеб}$
Руководитель	7414,9	20761,7
Инженер	15667,8	43869,8
Итого	23082,7	64631,54

Накладные расходы принимают равными 10% от общей суммы доходов.

9.5.7 Расчеты общей себестоимости

Данные, полученные в пунктах 9.5.4 – 9.5.6 представлены в таблице 22.

Таблица 22 – Суммарные расходы

Наименование	Сумма, руб.	Удельный вес, %
Материальные затраты	549,45	0,176
Затраты на амортизацию	2500	0,802
Основная заработная плата	192355,9	61,765
Дополнительная заработная плата	23082,7	7,411
Страховые взносы	64631,54	20,753
Накладные расходы	28311,96	9,090
Итого	311431,55	100

По итогам подсчета видно, что основная часть расходов составляет расходы на заработную плату.

9.6 Выводы по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсоснабжение»

Данный раздел включает в себя оценку и общие итоги по разделам финансовых расчетов:

1. Потенциальные потребители результатов исследования определены – контрольные пункты автосцепки, крупные лаборатории и некоторые частные ремонтные компании.

2. Осуществлен анализ конкурентоспособных вариантов. Выявлено два основных конкурента – ремонтная компания «Новотранс» и «ВолгаУралТранс». Разрабатываемый технологический процесс уступает в

плане дороговизны оборудования стандартному процессу, применяемому конкурентами, но выигрывает во времени проведения ремонта и качестве наплавленного слоя, следовательно, и в долговечности изделия.

3. SWOT-анализ позволил выявить следующие угрозы – повышение стоимости материалов, оборудования и затрат на обучение рабочих, следовательно, и на заработную плату. Возможными путями предупреждения угроз являются приобретение более дешевых материалов и оборудования в ущерб скорости выполнения процесса и его качества.

4. Суммарный подсчет затрат позволил выявить основные статьи расходов, из которых больше половины занимают расходы на заработную плату. Пятая часть от общего количества расходов приходится на страховые выплаты. На последнем месте амортизационные расходы и материальные затраты. При общем бюджете в 311431,55 руб. продолжительность работы составляет 114 дней.

Подводя итог можно сказать, что эффективность разрабатываемого процесса наплавки и ремонта автосцепки СА-3 в каждом конкретном случае можно оценить исходя из вероятных затрат на восстановление работоспособности объекта при возникновении конкретного дефекта.

10 Социальная ответственность

10.1 Введение

Сущностью настоящей выпускной квалификационной работы является разработка технологического процесса повышения износостойкости наплавленного слоя при ремонте элементов автосцепного устройства грузового вагона СА-3.

Данный проект может быть востребован частными, или государственными ремонтными компаниями, осуществляющими деятельность в сфере обслуживания и ремонта элементов подвижного состава железнодорожного транспорта, в числе которых ремонтная компания «ООО Новотранс», «ОАО РЖД» и другие.

Актуальность данной работы характерна и для места проведения изысканий и расчетов – город Томск. Томск имеет два крупных железнодорожных вокзала, грузовой узел и сортировочную станцию. Так же в пределах города расположены вагоноремонтные депо, в которых данная работа также может быть востребована. Написание раздела произведено в соответствии с методическими указаниями [30].

10.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Ремонтные работы производятся в сертифицированном контрольном пункте автосцепки на специально оборудованном участке электродуговой сварки и наплавки. Участок электродуговой сварки и наплавки (в дальнейшем сварочный пост) согласно ГОСТ 12.3.003-86 должен иметь свободную площадь не менее 3 м² и должен быть огорожен стенками (или переносными ширмами) из негорючего материала, выкрашенного в серый, желтый, или голубой цвет с диффузным отражением света. Расстояние между стенкой и полом составляет не менее 20 мм, верх поста оставляют открытым. В высоту

стенка должна быть не менее 2 м. Пол поста должен быть выполнен из негорючего материала, не проводящего электрический ток (камень, бетон). На входе в пост необходимо разместить шторку из негорючего материала. В состав поста должны входить: источник питания и дополнительное сварочное оборудование, стол, устройства местной вытяжной вентиляции, вспомогательный слесарный инструмент, изделие, емкость для отходов, прорезиненный коврик, табурет, приборы освещения, элементы заземления. Обязательного заземления требуют источник питания сварочной дуги и металлический стол (верстак).

Эргономические требования к расположению компонентов рабочей зоны:

1. Металлический верстак располагают таким образом, чтобы рабочая зона располагалась непосредственно под сеткой вытяжной вентиляции на достаточно близком расстоянии для того, чтобы сварочные аэрозоли в полном объеме выводились за пределы рабочего места через систему вытяжной вентиляции. Объем удаляемого воздуха должен составлять не менее 1500 м³/ч со скоростью не менее 0,2 м/с, при условии, что площадь поста составляет 3 м².

2. В непосредственной близости от верстака необходимо расположить емкость для отходов (шлак, огарки электродной проволоки, окалина).

3. Вспомогательный слесарный инструмент (молоток, зубило, щетка-щетка, щетка металлическая, чертилка, напильник, совок) целесообразно располагать во внутренних ящиках верстака, или в навесных съемных ящиках, расположенных на боковой стороне верстака.

4. Приборы освещения целесообразно располагать в центре сварочного поста для создания максимально комфортной освещенной зоны.

5. Источник питания и пульт управления им располагаются по правую руку от работающего для удобства регулировки параметров режима сварки.

6. Табурет необходимо размещать таким образом, чтобы его высота позволяла при необходимости задвинуть табурет под верстак. Под табурет и

ноги сварщика необходимо подкладывать резиновый коврик, толщиной не менее 10 мм для обеспечения дополнительной изоляции.

7. Контур заземления, или штырь заземления согласно ПУЭ необходимо размещать в непосредственной близости к заземляемым элементам (верстак, источник питания), каждый из которых соединяется с заземлителем отдельным токоведущим элементом с клемой. Клемы заземления крепятся каждая на отдельный болт и крепко затягивается гайкой с шайбой гровера.

Целесообразно размещать элементы заземления сбоку за верстаком и источником питания для простоты доступа.

10.3 Производственная безопасность

Анализ вредных и опасных факторов производится после их идентификации в соответствии со спецификой данного типа производства.

Идентифицировать вредные и опасные факторы необходимо согласно ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». Перечень вредных и опасных факторов согласно ГОСТ 12.0.003-2015 приведен в таблице 23.

Таблица 23 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.03-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Подготовка к ремонту	Ремонт	Эксплуатация	
1	2	3	4	5
1. Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	СанПиН 2.2.4.548-96
2. Превышение уровня шума	+	+	+	СНиП 23-03-2003
3. Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения	+	+	+	СП 52.13330.2016

Продолжение таблицы 23

1	2	3	4	5
4. Возможность поражения электрическим током	+	+		ГОСТ 12.3.003-86
5. Наличие неионизирующего излучения, в том числе ультрафиолетовое		+		ГОСТ 12.3.003-86
6. Наличие повышенного теплового излучения	+	+		ГОСТ 12.3.003-86
7. Брызги окалины, раскаленного металла	+	+		ГОСТ 12.3.003-86
8. Механические повреждения	+	+	+	ГОСТ 12.3.003-86

10.4 Анализ опасных и вредных производственных факторов

1. Отклонение показателей микроклимата.

Данный фактор относится к вредным производственным факторам.

Источником возникновения является окружающая среда и несоблюдение требований и норм по установлению микроклимата. Сюда входят – нарушение работы обогревателей в холодный период, повышенная влажность вследствие плохой проветриваемости помещения. Наиболее вероятным является возникновение отрицательных температур при работе вытяжной вентиляции в случае, если приточная вентиляция не работает, или настроена неверно, без учета подогрева уличного воздуха тенами в холодное время года. Данный фактор способствует возникновению заболеваний дыхательных путей, переохлаждения, или перегревания работающего, что влечет за собой проявление симптомов простудных заболеваний, нарушение работы сердечно-сосудистой системы. Допустимые нормы указываются согласно СанПиН 2.2.4.548-96 по категориям работ. Для сварочных работ определена категория IIб (233-290 Вт) по уровням энергозатрат. Температура воздуха должна находиться в диапазоне от 17°C до 19°C в холодный период года и от 19°C до 21°C в теплый период года. Температура поверхностей в

холодный период года от 16°C до 20°C и в теплый период года от 18°C до 22°C. Относительная влажность воздуха в теплый и холодный период года от 60 до 40%. Скорость движения воздуха в холодный и теплый период года 0,2 м/с. К предлагаемым средствам индивидуальной защиты целесообразно отнести сезонную спецодежду. К коллективным средствам защиты относятся система отопления помещения, приточная вентиляция с регулировкой температуры подаваемого воздуха.

2. Превышение уровня шума.

Данный производственный фактор относится к вредным факторам.

Источником возникновения являются станки и оборудование, применяемое в технологическом процессе: углошлифовальные машины, внутрицеховое грузоподъемное оборудование, шлифовальный станок, а также осуществление механической обработки металла металлическим слесарным инструментом. Данный фактор оказывает вредное воздействие на организм человека посредством повышенного напряжения органов слуха, что может привести к возникновению головных болей, дезориентации, повышению рассеянности и общему снижению работоспособности на фоне повышенной утомляемости, что в свою очередь является условиями для возникновения чрезвычайных ситуаций и повышению травмоопасности. По данным СНиП 23-03-2003 уровень звука для производственных помещений должен находиться в диапазоне от 80 дБА до 95 дБА. К коллективным средствам защиты относится общая шумоизоляция помещения. Индивидуальными средствами защиты являются противозумные наушники, или беруши.

3. Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения.

Данный производственный фактор относится к категории вредных.

Источником воздействия является недостаточная мощность, или количество приборов освещения, а также посторонние элементы на рабочем участке, загораживающие свет. Воздействие, оказываемое данным фактором, отрицательно сказывается на здоровье органов зрения. Перенапряжение органов зрения приводит к утомляемости рабочего, развитию различных

заболеваний, в число которых входят повышение давления внутри глазного яблока, общее ухудшение остроты зрения и прочие. При длительном воздействии данный фактор способен значительно ухудшить зрение работника вплоть до присвоения степени инвалидности. По данным СП 52.13330.2016 уровень освещенности для промышленного помещения с проведением работ малой точности степень освещенности при комбинированном расположении приборов освещения должна составлять не менее 400 лк. К коллективным средствам защиты относится общее искусственное освещение. К индивидуальным средствам защиты относятся локальные источники искусственного освещения рабочего места.

4. Возможность поражения электрическим током.

Данный производственный фактор относится к категории опасных факторов.

Источниками воздействия электрического тока на человека являются оголенные токоведущие элементы источника питания, токоведущие элементы, несоответствующие нормам и правилам эксплуатации (имеющие повреждение изоляции, не подходящие по сечению). При прохождении электрического тока через организм человека происходит непреднамеренное сокращение мышц с усилием, в десятки раз больше того, с которым они сокращаются в обычных условиях, что приводит к разрывам мягких тканей, внутренних органов и переломам костей скелета. Так же при протекании электрического тока через организм человека возникают ожоги различной степени тяжести. В совокупности перечисленные выше факторы влияния приводят к инвалидности, или летальному исходу. При этом переменный ток опаснее для человека. При напряжении от 42 В переменного тока существует высокая вероятность серьезного травмирования. Для постоянного тока величина опасного для здоровья напряжения составляет 500 В и выше согласно ГОСТ 12.3.003-86.

Мероприятиями по снижению влияния данного фактора являются: своевременное проведение обслуживания и осмотра электроустановок,

проверка наличия и исправности изоляции на токоведущих элементах, наличие табличек, оповещающих об опасности поражения электрическим током в местах работы персонала с электроустановками, наличие исправного заземления, обеспечение персонала средствами индивидуальной защиты.

5. Наличие неионизирующего излучения, в том числе ультрафиолетовое.

Данный фактор относится к вредным факторам и при некоторых условиях к опасным.

Источником возникновения данного фактора является жесткое ультрафиолетовое излучение сварочной дуги. Влияние ультрафиолетового излучения для организма человека может быть как полезным – в малых дозах при низкой интенсивности, так и вредным – возникновение ультрафиолетовой эритемы (расширение кожных и подкожных кровеносных сосудов), возникновение злокачественных новообразований, рак кожи. А также данный фактор может быть опасным – при жестком длительном контакте ультрафиолетового излучения с незащищенными участками кожи возникают ожоги кожных покровов, к тому же ультрафиолетовое излучение пагубно влияет на органы зрения, даже при кратковременном интенсивном воздействии может быть спровоцировано отслоение сетчатки, разрыв сосудов глазного яблока. Согласно ГОСТ 12.3.003-86 ультрафиолетовое излучение при сварке имеет характер коротковолнового излучения УФ-С (180-290 нм) и наиболее опасно для здоровья человека. Допустимыми нормами УФ-С при соблюдении требований и норм техники безопасности на сварочном участке являются значения в диапазоне 200-280 нм. К предполагаемым средствам коллективной защиты относятся защитные ширмы, или стены из несгораемого материала, окрашенные в серый, желтый, или синий цвет. Индивидуальные средства защиты: сварочная роба, сварочная маска.

6. Наличие повышенного теплового излучения.

Данный фактор может относиться к категории вредных факторов и опасных факторов одновременно в зависимости от интенсивности излучения.

Воздействие теплового излучения на человека обусловлено появлением ожогов различной степени тяжести. По данным ГОСТ 12.3.003-86 тепловое излучение не должно превышать 140 Вт/м^2 , при условии, что излучению подвергается не более 25% тела работающего, с соблюдением всех правил и норм техники безопасности. К коллективным средствам защиты относятся защитные ширмы, или стены из несгораемого материала. Индивидуальные средства защиты – сварочная роба, краги с двойной подкладкой ладони, а также вспомогательный слесарный инструмент для работы с горячими поверхностями изделий (пассатижи, клещи).

7. Брызги окалины, раскаленного металла.

Данный фактор является опасным производственным фактором.

Источником является сварочная ванна и процессы, протыкаемые в ней при переносе металла с электрода в сварочную ванну. Воздействие данного фактора приводит к возникновению ожогов, а также травм, способных привести к инвалидности работающего – повреждение глазного яблока, барабанной перепонки. Влияние данного фактора не нормируется. К коллективным средствам защиты относятся защитные ширмы, или стены из несгораемого материала. Индивидуальные средства защиты – сварочная роба, краги с двойной подкладкой ладони, подшлемник.

8. Механические повреждения.

Данный фактор относится к категории опасных.

Источником механического повреждения может являться вращающаяся часть станка с закрепленным режущим инструментом, падение тяжелого предмета, или оборудования на рабочего, неаккуратная работа с режущим и ударным инструментом. Воздействие данного фактора обусловлено возникновением ссадин, ушибов, порезов, кровотечений и переломов. Влияние данного фактора не нормируется и в идеале должно быть нулевым.

К средствам коллективной защиты относятся различные крепежные элементы для предотвращения падения оборудования, или изделий, наличие защитных экранов и ширм для предотвращения разлета обрубков металла,

инструментов. Индивидуальные средства защиты – защитная каска, верхонки, сапоги с металлическим носком.

10.5 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя (работающего)

Решениями, обеспечивающими снижение влияния выявленных опасных и вредных факторов на работающих:

1. Обеспечить работающих средствами индивидуальной защиты (сварочная роба, штаны, сапоги на резиновой подошве, сварочные краги с двойной подкладкой на ладони, подшлемник, сварочная маска).

2. Обеспечить работающих средствами коллективной защиты (установить переносные ширмы, или стенки стационарного поста из негорячего материала, окрашенного в серый цвет, обеспечить наличие приточной и вытяжной вентиляции, обеспечить наличие средств пожаротушения, обеспечить наличие исправного заземления).

3. Провести инструктаж для работающих с фиксацией о дате и виде проведения инструктажа, данными тех, кто прошел инструктаж и того, кто его провел с обязательными подписями обеих сторон и занесением информации о проведении инструктажа в журнал инструктажа, подшитого и имеющего печать.

Мероприятия, обеспечивающие безопасность технологического процесса и эксплуатации оборудования:

1. Снабдить оборудование табличками с краткой характеристикой оборудования и инструкцией по эксплуатации. Так же указать инвентарный номер, дату последней и следующей поверки.

2. Обеспечить своевременное обслуживание и поверку оборудования.

3. Обеспечить средства защиты персонала согласно требованиям к классу опасности помещения.

4. Провести инструктаж по выполнению конкретной работы, данной сотруднику, с пояснением всех вопросов о последовательности работ и требованиях техники безопасности и охраны труда.

5. Снабдить персонал технологическими картами, инструкциями по выполнению работ, а также памятками по технике безопасности.

6. Обеспечить информационными плакатами по технике безопасности производственное помещение.

Требования безопасности, предъявляемые к проведению электросварочных работ:

1. Запрещено производить электросварочные работы в сырых помещениях, в непосредственной близости от горючих и легковоспламеняемых веществ.

2. Запрещено производить электросварочные работы, не имея средств индивидуальной защиты, а также при отсутствии или неисправности средств коллективной защиты.

3. Запрещено производить электросварочные работы на неисправном оборудовании, на оборудовании, не прошедшем поверку, или с истекшим сроком проведения последней поверки.

Согласно общей классификации по СП 12.13130.2009 помещение сварочного поста относится к категории Г.

Так как в помещении сварочного поста располагаются негорючие вещества и материалы (металл) в горячем, раскаленном и расплавленном состоянии, процесс обработки которого сопровождается выделением лучистого тепла и искр, целесообразно отнести его к категории Г.

10.6 Экологическая безопасность

Технологический процесс, разработанный в настоящей выпускной квалификационной работе подразумевает следующие отрицательные воздействия на окружающую среду:

1. Выброс вредных аэрозолей и продуктов горения, возникающих при электросварочных работах, в окружающую атмосферу.

2. Образование металлических и неметаллических отходов, способных оказать вредное воздействие на гидросферу и литосферу.

Под влиянием на атмосферу подразумевается вредное влияние элементов сварочных аэрозолей.

Вредными элементами сварочных аэрозолей являются железо, его окислы, марганец, хром, никель, цинк, фтор, кремний, азот. Данные газообразные вещества не являются составляющими естественной атмосферы и несут негативное воздействие на ее состав, что может пагубно влиять на жизнь и здоровье как человека, так и представителей флоры и фауны планеты.

Согласно Постановления главного государственного санитарного врача РФ от 22 декабря 2017 года № 165 содержание перечисленных выше элементов не должно превышать среднесуточной концентрации:

1. Азот 0,06 мг/м.
2. Марганец 0,001 мг/м.
3. Никель 0,001 мг/м.
4. Фтор 0,005 мг/м.
5. Хром 0,0015 мг/м.
6. Цинк 0,005 мг/м.

Методами защиты от выбросов в атмосферу являются: устройство санитарно-защитных зон, очистка газовых выбросов от вредных примесей.

Влияние на литосферу могут оказать огарки электродной проволоки, шлаки, которые утилизированы с нарушением требований утилизации, или переработки.

Отравление почвы легирующими элементами может привести к непригодности почвы для роста и жизни живых организмов.

Вредное влияние на гидросферу обусловлено тем же неверным подходом к утилизации металлических и неметаллических отходов.

Металлические отходы необходимо утилизировать и переплавить для дальнейшей переработки и эксплуатации. Шлак и другие побочные неметаллические отходы необходимо консервировать в специально оборудованных захоронениях.

10.7 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Для данного технологического процесса характерны следующие виды чрезвычайных ситуаций техногенного характера:

1. Короткое замыкание.
2. Пожары.

Источником короткого замыкания является электросварочное оборудование. Для предупреждения данного вида ЧС следует соблюдать ряд правил:

1. Допускать к эксплуатации только то оборудование, которое прошло поверку.
2. Своевременно проводить обслуживание и ремонт оборудования.
3. Не допускать до работы с оборудованием персонал, не прошедший инструктаж.
4. В начале каждой рабочей смены производить осмотр оборудования на предмет неисправностей.
5. Эксплуатацию оборудования производить только в соответствии с техническим паспортом и нормами ПУЭ.

В случае возникновения короткого замыкания необходимо:

1. Обесточить оборудование посредством коммутационного аппарата.
2. Если есть пострадавшие оказать первую медицинскую помощь и вызвать бригаду неотложной помощи.
3. Оповестить лицо, ответственное за проведение работ.
4. Обеспечить доступ к неисправному оборудованию ремонтной бригаде.

5. В случае летального исхода в результате ЧС необходимо опечатать место ЧС до приезда следственной группы и установления всех деталей произошедшего. При этом запрещено изменять положение аппаратов, инструментов, если от этого не зависит обеспечение безопасности окружающих.

Источником пожара может являться сухая ветошь, промасленная ветошь, легковоспламеняемые вещества в пределах сварочного поста.

Для предупреждения возгораний необходимо:

1. Тщательно проверять рабочее место перед началом проведения электросварочных работ на наличие горючих и взрывоопасных веществ.
2. Убедиться в наличии средств пожаротушения.
3. По окончании электросварочных работ наблюдать место проведения работ на предмет тления в течении двух часов после окончания работ.
4. Обеспечить наличие плана эвакуации в помещении.
5. Обеспечить проведение инструктажа по пожарной безопасности.

В случае возникновения возгорания необходимо:

1. Оповестить окружающих и лицо, ответственное за проведение работ, в случае, если помещение не оборудовано датчиками задымления, нажать кнопку пожарной тревоги.
2. Оповестить службу пожарной безопасности.
3. При условии малого очага возгорания попытаться потушить его своими силами с применением подручных средств пожаротушения (огнетушитель порошковый, кошма).

4. В случае невозможности ликвидировать возгорание самостоятельно, эвакуироваться в безопасное место. В случае, если безопасной зоны нет, покинуть помещение и отойти от стен на расстояние не менее 2 м. Произвести переключку персонала.

5. Ожидать приезда пожарного расчета.

10.8 Выводы по разделу «Социальная ответственность»

Практическая значимость полученных результатов раздела «Социальная ответственность» имеет достаточное обоснование, так как при проведении изысканий были использованы действующие стандарты, инструкции и нормы охраны труда и техники безопасности.

Внедрение данных рекомендаций целесообразно на предприятиях, осуществляющих ремонт элементов железнодорожного транспорта с применением электросварочных технологий.

Заключение

Итогами выпускной квалификационной работы стали разработка технологического процесса ремонта и упрочнения наплавленного слоя автосцепного устройства грузового вагона СА-3.

При разработке технологического процесса были учтены решения стандартного варианта и проведена оптимизация процесса в отношении выбора более современного сварочного оборудования, что позволило сократить на $\frac{1}{4}$ время, затрачиваемое на ремонт одной единицы продукции. Увеличить срок службы изделия за счет повышения износостойкости поверхностного слоя.

Так же были определены вредные и опасные факторы, характерные для данного типа производства, разработаны основные меры предупреждения и минимизации вредных и опасных факторов, возникающих при осуществлении разработанного технологического процесса.

С экономической точки зрения рассмотрена актуальность научно-технического исследования, проведен анализ рынка возможных потребителей. Наиболее вероятными потребителями являются частные ремонтные организации, осуществляющие обслуживание железнодорожного транспорта и контрольные пункты автосцепки. По оценкам перспективы развития и SWOT-анализа с учетом сильных сторон (сокращение затрат времени на осуществление технологического процесса и увеличение срока службы изделия) данную работу можно назвать конкурентоспособной по отношению к решениям сторонних предприятий.

Список использованных источников

1. ГОСТ 977-88 – Отливки стальные. Общие технические условия.
2. ГОСТ 14771-76 – Дуговая сварка в защитном газе.
3. ГОСТ 33434-2015 – Устройство сцепное и автосцепное железнодорожного подвижного состава. Технические требования и правила приемки.
4. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ – Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
5. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования.
6. ГОСТ 12.3.003-86 – Система стандартов безопасности труда. Работы электросварочные. Требования безопасности.
7. ГОСТ 21889-76 – Система «Человек-машина». Кресло человека-оператора. Общие эргономические требования.
8. ГОСТ Р 22.0.01-2016 – Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Основные положения.
9. ГОСТ 2246-70 – Проволока стальная сварочная.
10. ГОСТ 8050-85 – Двуокись углерода газообразная и жидкая. Технические условия.
11. ГОСТ 10157-79 – Аргон газообразный и жидкий. Технические условия.
12. ГОСТ 32885-2014 – Автосцепка модели СА-3. Конструкция и размеры.
13. Молотилев К.В. Автосцепное устройство вагонов. Конструкция, эксплуатация и ремонт. Учебное пособие. – М.: МИИТ, 2003. – 93 с.
14. Общий курс железных дорог: Учебник для техникумов и колледжей ж.-д. транспорта / В.Н. Соколов, В.Ф. Жуковский, С.В. Котенкова, А.С. Наумов: Под редакцией В.Н. Соколова. – М.: УМК МПС России, 2002. – 296 с.

15. Дедюх Р.И. Технология сварки плавлением: Издательство Томский Политехнический Университет, 2015. – 170с.
16. Оборудование и основы технологии сварки металлов плавлением и давлением: Учебное пособие / Под ред. Г.Г. Чернышова и Д.М. Шашина. – СПб.: Издательство «Лань», 2013. – 464 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – 462 с.
17. Быков Б.В., Пигаев В.Е, Технология ремонта вагонов: Учебник для средних специальных учебных заведений ж.-д. трансп. – М.: Желдориздат, 2001. – 559с.: ил.
18. Материаловедение и слесарное дело : учебник / Ю.Т. Чумаченко, Г.В. Чумаченко. – 2-е изд., стер. – М. : КНОРУС, 2016. – 294 с. – (начальное и среднее профессиональное образование).
19. Марочник сталей и сплавов. 2-е изд., доп. и испр. /А.С. Зубченко, М.М. Колосков, Ю.В. Каширский и др. Под общей ред. А.С. Зубченко – М.: Машиностроение, 2003. 748 с.: илл.
20. Абрменко 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.]. – М, 2008. – 159 с.
21. Инструкция по ремонту и обслуживанию автосцепного устройства подвижного состава железных дорог (с изменениями и дополнениями, утвержденными 65 заседанием Совета, протокол от 26-27 октября 2016 г.) – 94 с.
22. ГОСТ 26101-84 – Проволока порошковая наплавочная. Технические условия.
23. ТУ 2114-003-49632579-2009 – Смеси газовые сварочные.
24. Расчет режимов электрической сварки и наплавки. Методическое пособие./ Э.Г. Бабенко, Н.П. Казанова. Хабаровск – 1999. – 54 с.

25. Сварочный полуавтомат инверторного типа TCC PRO MIG/MMA – 500F MIG/MAG, MMA [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <https://market.yandex.ru/product--svarochnyi-apparat-invertornogo-tipa-tss-pro-mig-mma-500f-mig-mag-mma/1714066048?text=tcc%20pro%20mig%2Fmma%20-%20500f%20mig%2Fmag%2C%20mma&sku=1714066048>
26. РД 03-606-03 – Инструкция по визуальному и измерительному контролю.
27. ГОСТ Р 55612-2013 – Контроль неразрушающий магнитный.
28. ГОСТ Р 55724-2013 – Контроль неразрушающий. Соединения сварные.
29. Методические указания по написанию курсовой работы по дисциплине экономика предприятия. Трубченко Т.Г., 2016. – 61 с.
30. Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» ВКР бакалавра всех направлений (специальностей) и форм обучения ТПУ /Сост. Е.Н. Пашков, А.И. Сечин, И.Л. Мезенцева – Томск: Изд-во ТПУ, 2019. – 24 с.

**Приложение А
(обязательное)**

Титульный лист

ГОСТ 3.1105-84 форма 2

Дубл.																				
Взам.																				
Подл.																				

										ТПУ										ФЮРА. 01190.00015							
										Пластина																	

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение
высшего профессионального образования
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Согласовано

Утверждено
Руководитель ООП
____ Першина А.А.
"__" ____ 2021 г.

КОМПЛЕКТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ
ЕТП на проведение восстановительного ремонта корпуса автосцепки СА-3 из стали
20ГЛ с повышением износостойкости наплавленного слоя.

Проконтролировано
Профессор ОЗИ
____ Гнюсов С.Ф.
"__" ____ 2021 г.

Разработано
Студент НИ ТПУ
____ Рогозин Н.И.
"__" ____ 2021 г.

Акт №

Соответствует РД 34 15.132—96

ТЛ	Титульный лист																		
-----------	-----------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**Приложение Б
(обязательное)**

Маршрутная карта

ГОСТ 3.1118-82 форма 2

Дубл.																				
Взам.																				
Подл.																				
																ФЮРА 20190.15		1	3	
Разраб.	Рогозин Н.И.				ТПУ								ФЮРА 10190.00001							
Н.контр.	Гнюсов С.Ф.				Восстановительный ремонт корпуса автосцепки СА-3															
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции						Обозначение документа									
Б	Код,наименование,оборудования																			
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.			
A01	1	1	1	005	Слесарная						ТК-289;ПОТ РЖД-4100612-ЦВ-016-2012;25000.00008;НОТ-03.004;									
B02	Сборно-разборный стенд автосцепки СА-3, Кран-балка г/н 10 т						1	слесарь			5	1	2							
O03	1.Распилинить и отвернуть гайки с болтов регулировочных.																			
04	2 Отсоединить цепи расцепногопривода от рычага.																			
05	3 Демонтировать крепление клина тягового хомута:разогнуть и снять шплинты,разогнуть шайбы,отвернуть гайки,вынуть оба																			
06	болта ,вынуть клин.																			
07	4 Снять автосцепку с вагона и установить в подвеску сборно-разборного стенда.																			
08	5 Снять маятниковые подвески и центрирующую балочку.																			
09	6 Распилинить и отвернуть контргайки и гайки поддеживающей планки,предварительно установив подъемник установки для																			
10	снятия поглощающего аппарата,тягового хомута и упорной плиты.																			
11	7 Снять поглощающий аппарат,тяговый хомут,опорную плиту.																			
12	8 Транспортировать все демонтированные с вагона узлы и детали в КПА для освидетельствования и ремонта.																			
T13	Сборно-разборный стенд;Установка для снятия поглощающего аппарата УСПА/НВТР;Гайковерт пневматический;																			
14	Тележка гидравлическая ТГР-2,5/195;Ключ ГОСТ 2839-80;Молоток ГОСТ 2310-77;Бородок ГОСТ 7214-72																			
15	Очки защитные ГОСТ 12.4.013-97; Перчатки ГОСТ-12.4.010-75; Каска защитная ГОСТ 12.4.087-84.																			
МК	Маршрутная карта																			

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

ФЮРА 20190.15 у

ФЮРА 10190.00003

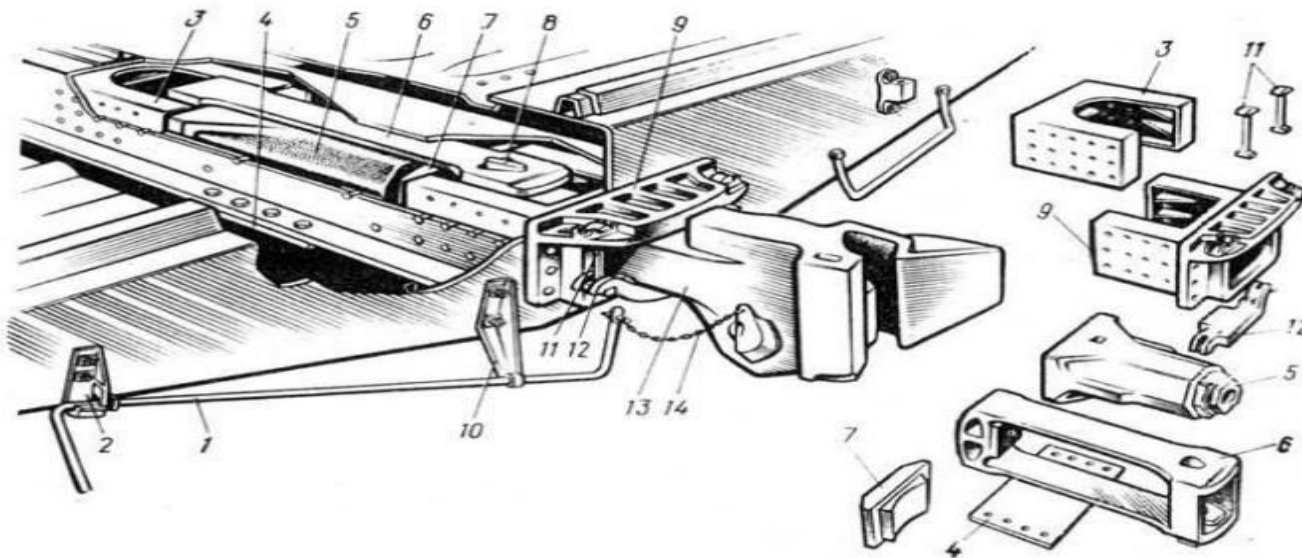
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции	Обозначение документа								
						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.
Б	Код,наименование,оборудования					Обозначение,код								
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала					Обозначение,код								
A01	1	1	1	015	Контрольная	ПОТ РЖД-4100612-ЦВ-016-2012; ГОСТ Р 55724-2013; РД 03-606-03; ГОСТ Р 55612-2013.								
B02	Магнитопорошковый дефектоскоп, УДС-60, комплект ВИК 1 Дефекто-ст 5 1 1													
O03	Провести визуальный и измерительный контроль с применением контрольных шаблонов.													
04	Проверить зазоры между верхней плоскостью хвостовика и потолком ударной розетки,измеренный на расстоянии													
05	от 15 мм до 20 мм от хвостовика и верхней кромкой окна в концевой балке.													
06	Зазор между верхней плоскостью хвостовика и потолком ударной розетки,измеренный на расстоянии от 15 мм до 20 мм от													
07	наружной ее кромки,должен быть не менее 25 мм и не более 40 мм ; а между этой же плоскостью хвостовика и верхней													
08	кромкой окна в концевой балке - не менее 20 мм.													
09	Провести магнитопорошковую и ультразвуковую дефектоскопию восстановленных участков.													
10	Автосцепка дожна свободно перемещаться из среднего поожения в крайнее от усилия,приложенного человеком,и возвращаться													
11	обратно под действием собственного веса .													
12	Проверку этого требования выполнять при услови,когда аппарат плотно прилегает дном корпуса к задним упорам и через упорную													
13	плиту к передним упорам.													
14	Проверить длины плеч расцепного рычага.													
15	Длинна короткого плеча рычага от оси стержня до центра отверстия должна находиться в пределах от 190 до 200 мм, а длинна													
16	дополнительного плеча для крепления блокировочной цепи должна находиться в пределах от 200 до 210 мм.													
17	Проверить работу модернизированного расцепного привода													
МК	Маршрутная карта													

Приложение В (обязательное)

Карта эскизов

ГОСТ 3.1105-84 , форма 7

Дубл.											
Взам.											
Подл.											
Разраб.	Рогозин Н.И.			ТПУ			ФЮРА 02190.15	1	5		
										ФЮРА 20190.00001	
Н.контр.	Гнюсов С.Ф.			Автосцепка СА-3							



- 1 - расцепной рычаг
- 2 - фиксирующий кронштейн
- 3- задний упор
- 4 - поддерживающая планка
- 5 - поглощающий аппарат
- 6 - тяговый хомут
- 7 - упорная плита
- 8 - клин
- 9 - ударная розетка
- 10 - державка
- 11 - маятниковая подвеска
- 12 - центрирующая балочка
- 13 - корпус автосцепки
- 14 - цель

КЭ

Карта эскизов

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

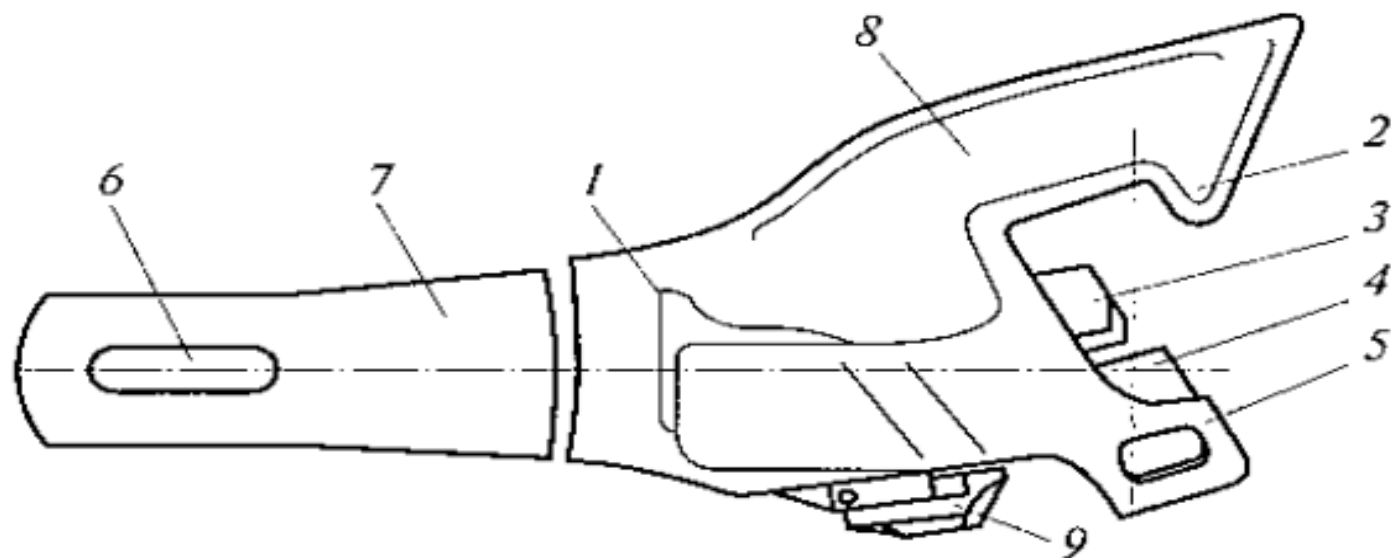
ФЮРА 02190.15

2

Корпус автосцепки СА-3

ФЮРА 20190.00002

У



- 1 - выступ
- 2 - большой зуб
- 3 - замкодержатель
- 4 - замок
- 5 - малый зуб
- 6 - отверстие для клина
- 7 - хвостовик
- 8 - головная часть
- 9 - валик подъемника

КЭ

Карта эскизов

Дубл.
Взам.
Подл.

ФЮРА 02190.15

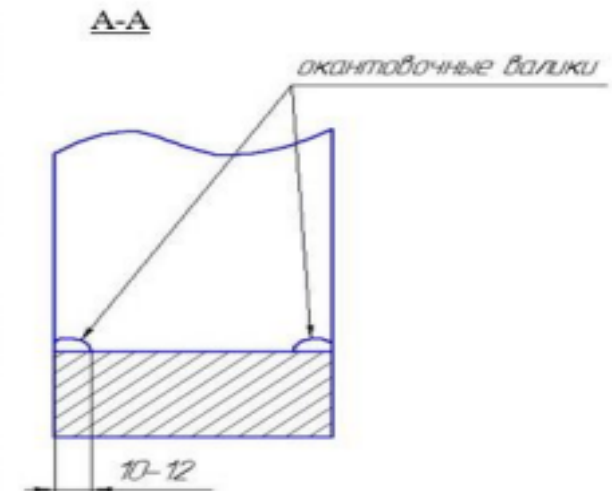
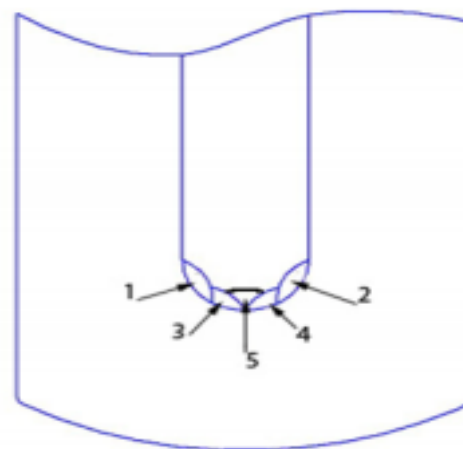
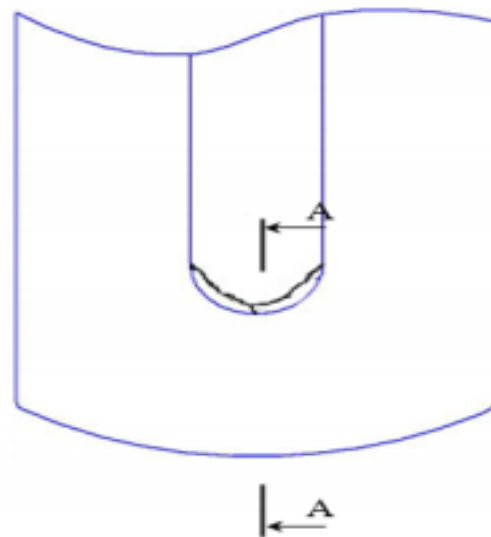
3

Схема наплавки

ФЮРА 20190.00003

У

Схема наложения валиков в радиусной зоне перемычки хвостовика автосцепки



1, 2, 3, 4, 5 - схема наложения валиков

Параметры режима наплавки:

Сила сварочного тока 340-360 А

Напряжение дуги 28-30 В

Расход газа 16-18 л/мин

Скорость подачи проволоки 237 м/ч

Вылет электрода 25-30 мм

1) Перед наплавкой поверхности радиусной зоны необходимо выполнить наплавку окантовочных валиков в соответствии с чертежом разреза А-А

2) Затем выполняются продольные валики 1, 2, 3, 4, 5 шириной не более 20 мм каждый

Каждый продольный валик должен перекрывать предыдущий на 1/3.

Пространственное положение - нижнее

КЭ

Карта эскизов

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

ФЮРА 02190.15

4

Схема наплавки

ФЮРА 20190.00004

У

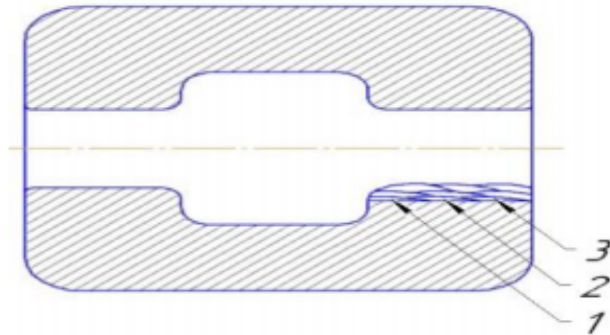


Схема наложения валиков при наплавке боковых поверхностей отверстия под клин

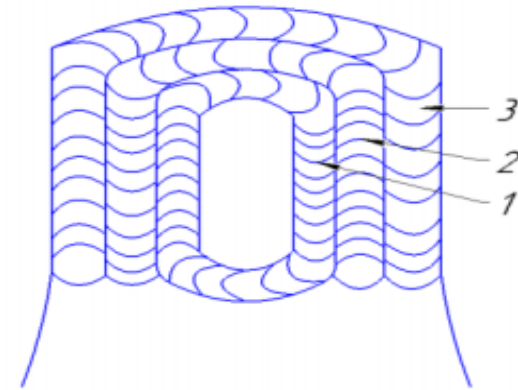


Схема наложения валиков на поверхность хвостовика в месте контакта с тяговым хомутом

1, 2, 3 - последовательность наложения валиков

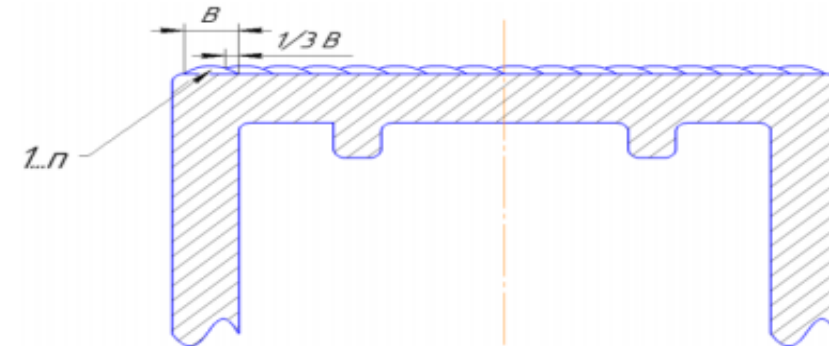


Схема наложения валиков при наплавке хвостовика в месте контакта с центрирующей балочкой

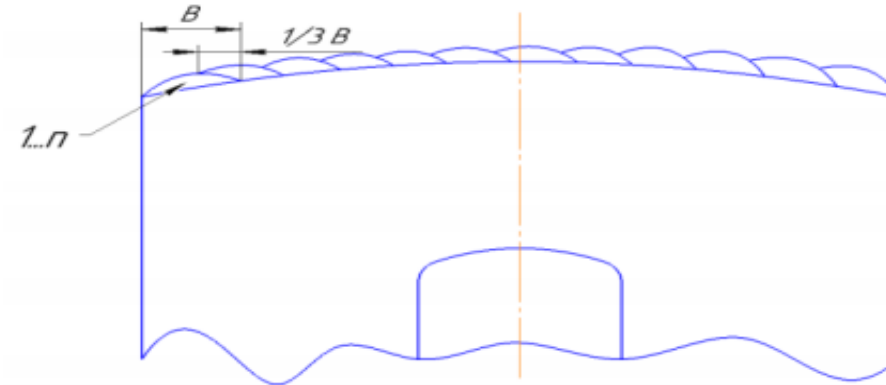


Схема наложения валиков на торце хвостовика

Каждый последующий валик должен перекрывать предыдущий на 1/3

КЭ

Карта эскизов

Дубл.				
Взам.				
Подл.				

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

ФЮРА 02190.15

5

Схема наплавки

ФЮРА 20190.00005

У

Схема наложения валиков при наплавке тяговых поверхностей

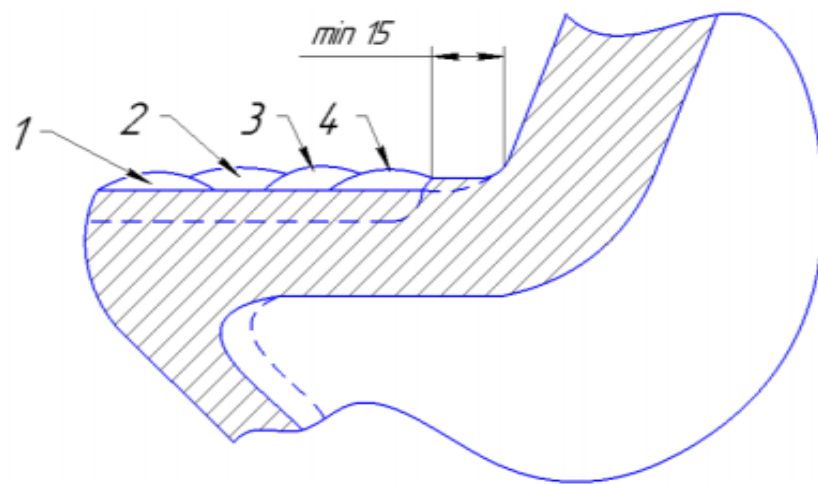


Схема наложения валиков на тяговой поверхности большого зуба

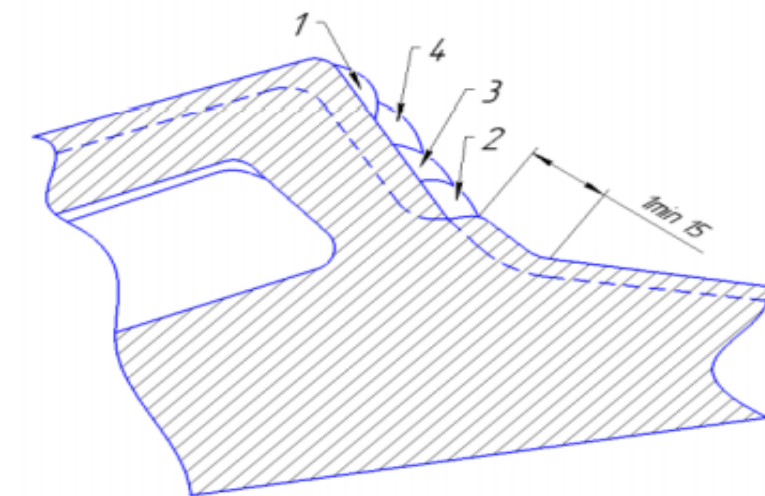


Схема наложения валиков на тяговой поверхности малого зуба

КЭ

Карта эскизов