

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Отделение электронной инженерии
 Направление 15.03.01 Машиностроение/ОТСП

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

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

УДК 621.791.92015.669.01825.629.463–578

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3–1В41	Титов Дмитрий Олегович.		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Слободян Михаил Степанович.	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Мелик–Гайказян Мария Вигеновна	К.Э.Н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Гуляев Милий Всеволодович			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности

Отделение электронной инженерии
 Направление 15.03.01 Машиностроение

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
3–1В41	Титов Дмитрий Олегович

Тема работы:

Повышение износостойкости наплавленного слоя при ремонте автосцепного устройства грузового вагона	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	12.03.2019 г., №1860/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	31.05.2019 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Ремонт и повышение износостойкого слоя автосцепного устройства.
--	---

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	1 Аналитический обзор литературы 2 Характеристика материала изделия 3 Выбор способа наплавки 4 Обоснование выбора наплавочных материалов 5 Выбор сварочного оборудования 6 Разработка технологии наплавки 7 Контроль качества наплавленного слоя 8 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 9 Социальная ответственность 10 Заключение по работе
Перечень графического материала	1 Титульный лист 2 Эскиз деталей для наплавки 3 Характеристика способа наплавки 4 Оборудование для наплавки 5 Технологические особенности наложения наплавочных валиков 6 Контроль качества наплавочного слоя 7 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность; Социальная ответственность 8 Заключение
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Мелик–Гайказян Мария Вигеновна
Социальная ответственность	Гуляев Милий Всеволодович
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	01 апреля 2019 г.
--	--------------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Слободян Михаил Степанович	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З–1В41	Титов Дмитрий Олегович		

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение
 Уровень образования бакалавриат
 Отделение электронной инженерии
 Период выполнения весенний семестр 2018 /2019 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:	31.05.2019 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
15.04.2019 г.	Аналитический обзор литературы	10
19.04.2019 г.	Характеристика материала изделия	10
23.04.2019 г.	Выбор способа наплавки	10
27.04.2019 г.	Обоснование выбора наплавочных материалов	10
30.04.2019 г.	Выбор сварочного оборудования	10
04.05.2019 г.	Разработка технологии наплавки	10
08.05.2019 г.	Контроль качества наплавленного слоя	10
11.05.2019 г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
16.05.2019 г.	Социальная ответственность	10
18.05.2019 г.	Заключение по работе	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Слободян Михаил Степанович	К.Т.Н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

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

Реферат

Выпускная квалификационная работа 61 листов, 2 рисунка, 17 источников, 1 приложение.

Ключевые слова: наплавка, валик, ширина сварного шва, наплавленный металл, свариваемость, полуавтомат для дуговой сварки, кантователь.

Актуальность работы в данной выпускной квалификационной работе производится ремонт и восстановление автосцепного устройства СА-3.

Объектом исследования является восстановление автосцепного устройства

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

Работа представлена ведением, четырьмя разделами (главами) и заключением, приведен список публикаций студента, список использованных источников.

В 1 разделе/главе «Характеристика автосцепного устройства и особенности эксплуатации и износа» Произведена формулировка проектной задачи и теоретический анализ.

В 2 разделе/главе «Разработка технологии наплавки» Произведен расчет, рассмотрены конструкторская, технологическая и организационная части, рассмотрено пространственное расположение производственного процесса.

В 3 разделе/главе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» рассмотрены сравнительный экономический анализ вариантов, расчет накладных расходов, основные затраты на ремонт автосцепного устройства

В 4 разделе/главе «Социальная ответственность» рассмотрена характеристика объекта исследования, вредные и опасные производственные факторы, источники и средства защиты от них, влияние их на организм человека и проектирование системы приточно-вытяжной вентиляции на разрабатываемом участке.. ...

В заключении приведено обоснование выбора способов сварки, сварочных материалов и оборудования. Разработаны мероприятия по безопасности жизнедеятельности, охране труда и совершенствованию организации труда. Посчитан экономический эффект от перечисленных нововведений, что позволяет судить о выгоды предлагаемого технологического процесса.

Содержание

Введение	9
1 Характеристика автосцепного устройства и особенности эксплуатации и износа	11
1.1 Общие характеристики и назначение автосцепного устройства	11
1.2 Химический состав материала автосцепного устройства	12
2 Разработка технологии наплавки	17
2.1 Выбор способа наплавки	17
2.2 Выбор наплавочных материалов	19
2.3 Подготовка поверхности металла	21
2.4 Расчет параметров режима наплавки	23
2.5 Нормирование операций	24
2.6 Выбор технологического оборудования	27
2.7 Контроль технологических операций	28
3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	35
3.1 Определение требуемого количества оборудования	36
3.2 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления	38
3.3 Определение технологических затрат	39
3.3.1 Затраты на вспомогательные материалы	39
3.3.2. Затраты на силовую электроэнергию	40
3.3.3 Определение затрат на заработную плату	41
3.3.4 Определение страховых взносов	42
3.3.5 Определение накладных расходов	42
3.4 Определение срока окупаемости капитальных вложений	43
4 Социальная ответственность	46
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	46
4.1.1 Описание рабочего места	46
4.1.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	47

4.1.3. Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны)	
правовые нормы трудового законодательства	47
4.2. Производственная безопасность	51
4.2.1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой	
производственной среды	51
4.2.2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой	
среды	54
4.2.3 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов	57
4.3 Экологическая безопасность	57
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	58
Заключение	59
Список использованных источников	60

Введение

В настоящее время в Российской Федерации широко распространены грузоперевозки по железной дороге, так как масштабы страны очень большие. Тем самым железные дороги необходимо развивать и поддерживать в работоспособном состоянии. В конструкции грузовых вагонов большое количество деталей подвергаемых износу, тем самым встает вопрос о необходимости ремонта и восстановления деталей работающих при динамических нагрузках. Одним из распространенных способов восстановления и ремонта деталей является механизированная наплавка в среде защитных газов и их смеси.

В данной работе рассмотрена ремонтная наплавка износостойкого слоя автосцепного устройство типа СА-3, рассмотрена наплавка дефектных участков более износостойкими материалами, что позволит нам увеличить срок эксплуатации автосцепного устройства и сэкономит финансовые затраты на ремонт износостойких участков.

Механизация и автоматизация сварочного производства основное средство повышения производительности труда, улучшения качества сварного изделия, улучшений условий труда. Одним из основных способов электродуговой сварки является сварка в среде защитных газов один. Защитный газ, обтекая электрическую дугу и сварочную ванну, защищает расплавленный металл от влияния атмосферы, окисления, азотирования. В настоящее время все чаще внедряется в производство сварка в смеси двуокиси углерода с другими активными и инертными газами (Ar, He, N, H), что расширяет эксплуатационные возможности и улучшает качество сварных соединений.

В данной выпускной квалификационной работе приведены результаты проектирование участка ремонта и восстановления автосцепного устройства. В результате проведения данной работы следует получить производство с наибольшей степенью механизации и автоматизации,

повышающей производительность труда, качество сварного изделия, улучшение условий труда.

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.

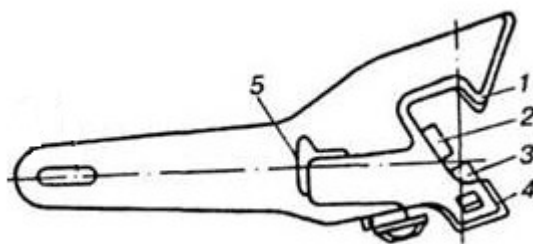
Объектом исследования является автосцепное устройство. Цель работы – повышение износостойкости дефектных участков ремонтируемой детали, снижение затрат на ремонт за счет механизации производства, сокращение времени на ремонт автосцепного устройства.

1 Характеристика автосцепного устройства и особенности эксплуатации и износа

1.1 Общие характеристики и назначение автосцепного устройства

Корпус автосцепки с механизмом сцепления предназначен для сцепления и расцепления вагонов, восприятия и передачи ударно-тяговых усилий упряжному устройству. Корпус автосцепки (рисунок 1) представляет собой пустотелую фасонную отливку, состоящую из головной части и хвостовика.

Внутри головной части размещены детали механизма сцепления. Она имеет большой 1 и малый 4 зубья, которые, соединяясь, образуют зев. На вертикальной стенке зева, возле малого зуба имеется окно для замка 3, а рядом – окно для замкодержателя 2.



- 1) большой зуб; 2) замкодержатель; 3) окно для замка; 4) малый зуб;
5) выступ

Рисунок 1 – Автосцепка в сборе

В верхней части отлит выступ 5, который воспринимает жесткие удары при полном сжатии поглощающего аппарата. Внутри корпуса со стороны малого зуба отлита полочка для верхнего плеча предохранителя, а со стороны большого зуба имеется шип для навешивания замкодержателя. В нижней части выполнено горизонтальное отверстие для постановки валика подъемника. В пустотелом хвостовике сделано продолговатое отверстие для соединения корпуса автосцепки с тяговым хомутом. Торец хвостовика служит для передачи ударных нагрузок и имеет цилиндрическую поверхность.

Большой зуб имеет три усиливающих ребра: верхнее, среднее и нижнее, плавно переходящие в хвостовик и соединенные между собой перемычкой. Голова автосцепки заканчивается сзади упором, предназначенным для передачи при неблагоприятном сочетании допусков на основные размеры жесткого удара на хребтовую балку через концевую балку рамы вагона и ударную розетку.

Корпус удерживается маятниковым подвешиванием, состоящим из: ударной розетки, двух подвесок, центрирующей балочки.

Центрирующий прибор воспринимает от корпуса автосцепки избыточную энергию удара после полного сжатия поглощающего аппарата и центрирует корпус автосцепки. Состоит из ударной розетки, двух маятниковых подвесок и центрирующей балочки. Ударная розетка отлита за одно целое с передними упорами и приклепано или приварено к концевой балке рамы. Розетка имеет окно для постановки корпуса автосцепки и отверстия для маятниковых подвесок. Маятниковые подвески имеют вид стержня диаметром 25 мм с двумя Т-образными головками (верхней более широкой и нижней). Верхняя головка подвески опирается на ударную розетку, а на нижнюю уложена центрирующая балочка омегаобразной формы.

На расстоянии 625 мм от упорных плоскостей переднего упора к хребтовой балке приклепан или приварен задний упор 1, который также представляет собой П-образную отливку с ребрами жесткости.

1.2 Химический состав материала автосцепного устройства

Автосцепное устройство подвергнуто ударным нагрузкам, поэтому требует ремонта не реже чем раз в два года. Автосцепное устройство изготовлено из стали марки 20ГЛ, (свариваемость хорошая, сварные соединения высокого качества, сварка выполняется без применения особых приемов) [1]. Выбор этой стали обусловлен необходимостью в сочетании

надежности изделия с хорошей технологической надежностью и небольшой себестоимостью [1].

Химический состав и механические свойства стали 20ГЛ приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Химический состав стали 20ГЛ в % [2]

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

Таблица 2 – Механические свойства стали 20ГЛ [2]

σ_B , МПа	σ_T , МПа	δ , %	ψ %	KCU (кДж/м ²)
550	280	18	25	250

Это сталь для отливок легированная. Свариваемость – без ограничений (кроме химико–термически обработанных деталей). Способы наплавки РДС, АДС под флюсом и газовой защитой – без ограничений [1].

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

Свариваемость металлов рассматривают с технологической и физической точки зрения [3]. Тепловое воздействие на металл в околошовных участках и процесс плавления определяются способом наплавки, его режимами. Отношение металла к конкретному способу наплавки и режиму принято считать технологической свариваемостью. Физическая свариваемость определяется процессами, протекающими в зоне сплавления свариваемых металлов, в результате которых образуется

неразъемное сварное соединение и надежный контакт наплавленного металла с основным.

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

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

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

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

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

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

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

Для классификации по свариваемости стали подразделяются на четыре группы:

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

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

Для определения стойкости металла против образования трещин определяют эквивалентное содержание углерода по формуле, которую предложил французский ученый Сефериан [4]:

$$C_{\text{ЭКВ}} = C + \left(\frac{Mn}{6}\right) + \left(\frac{Si}{24}\right) + \left(\frac{Ni}{10}\right) + \left(\frac{Cr}{5}\right) + \left(\frac{Mo}{4}\right) + \left(\frac{V}{14}\right), \quad (1)$$

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

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

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 20ГЛ:

$$C_{\text{экв}} = 0,15 + \left(\frac{1,2}{6}\right) + \left(\frac{0,4}{24}\right) = 0,367 \text{ \%}.$$

Сталь 20ГЛ – легированная, для отливок ГОСТ977–88 [2]. Сталь для отливок выплавляют в электрических печах с основной футеровкой. Допускается выплавлять сталь в основных мартеновских печах. Массовая доля серы и фосфора в стали не должна быть более 0,02% каждого элемента.

2 Разработка технологии наплавки

2.1 Выбор способа наплавки

Способ наплавки при разработке технологии следует выбирать таким образом, чтобы он удовлетворял всем требованиям, установленным исходными данными. Для восстановления изношенных поверхностей литых стальных деталей следует применять электродуговую наплавку. При ремонте наплавка может быть выполнена с применением следующих процессов сварки:

1. дуговую сварку в защитном газе плавящимся электродом (13):
 - а) дуговую сварку плавящимся электродом в инертном газе (131);
 - б) дуговую сварку сплошной проволокой в двуокиси углерода (135с);
 - в) дуговую сварку сплошной проволокой в смеси газов (135м);
 - г) дуговую сварку порошковой проволокой в смеси газов(136)
2. дуговая сварка под флюсом проволочным электродом (121);
3. ручная дуговая сварка плавящимся покрытым электродом (111).

Принимаем наплавку порошковой проволокой в защитном газе и сплошной проволокой. Существует ряд преимуществ наплавки в защитном газе:

- меньшие по сравнению с наплавкой под флюсом зона термического влияния и нагрев деталей, что позволяет качественно наплавлять детали диаметром менее 40 мм;
- возможность наплавки при любом пространственном положении детали;
- более высокая (на 20—30 %) производительность процесса;
- отсутствие трудоемкой операции по удалению шлаковой корки и очистке наплавленного металла;
- меньшая удельная стоимость восстановительных работ.
- Недостатки дуговой сварки в защитном газе:
- значительное разбрызгивание металла;

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

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

Наплавку в углекислом газе ведут с помощью специального оборудования или обычных шланговых полуавтоматов и наплавочных головок. Их применяют при ремонте металлоконструкций из листовой стали небольшой толщины, а также для устранения дефектов резьбы, осей, зубьев, пальцев, шеек валов и т.д. В отличие от наплавки под слоем флюса, наплавка в среде углекислого газа может применяться для деталей небольших диаметров [5].

2.2 Выбор наплавочных материалов

В зависимости от технологического варианта ремонта должны использоваться следующие сварочные материалы, для износостойкой

наплавки в защитном газе: проволока ПП–АН–180МН ГОСТ 2246–70 и сплошная проволока Св–08Г2С.

Электроды, проволоки, газы, используемые при ремонте, должны иметь сертификаты качества завода–изготовителя. Применение материалов без сертификатов качества не допускается. Материалы должны храниться в сухих отапливаемых помещениях.

Сварочная и наплавочная проволока должна быть чистой, без ржавчины, масла и других загрязнений поверхности. Рекомендуется использование проволоки сплошного сечения с поставкой в барабанах или катушках с рядной намоткой в соответствии с ГОСТ Р 53689 (ИСО 544:2003). Сварочные материалы должны храниться на поддонах в закрытых помещениях при температуре не ниже +15 °С с относительной влажностью не более 70 % без нарушения упаковки предприятия–изготовителя.

Наплавку ведут проволокой с повышенным содержанием элементов – раскислителей. Выбираем проволоку ПП–АН–180МН ГОСТ 2246–70 и сплошную проволоку Св–08Г2С.

Проволока ПП–АН–180МН ГОСТ 2246–70 выпускается диаметром 1,6–2,8 мм. Она поставляется в кассетах, упакованных в парафинированную бумагу или полиэтилен. На рабочее место проволока подаётся в кассетах, намотанных на специальных станках. Химический состав и механические свойства металла шва приведены в таблице 3 и 4.

Таблица 3 – Химический состав наплавленного металла в процентах по ГОСТ 2246–70 [5]

Марка проволоки	Химический состав							
	С	Si	Mn	Ti	Ni	Cr	V	S,P не более
ПП–АН–180МН	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 4 – Механические свойства металла шва [5]

Марка проволоки	σ_B , МПа	σ_T , МПа	δ_5 , %	НВ
ПП–АН–180МН	–	–	–	250–300

Проволока Св–08Г2С ГОСТ 2246–70 выпускается диаметром от 0,3 до 12 мм. Она поставляется в мотках, упакованных в парафинированную бумагу или полиэтилен. К каждому мотку прикреплена бирка с названием завода–изготовителя, марка, диаметр, ГОСТ. На рабочее место проволока подаётся в кассетах, намотанных на специальных станках. Химический состав проволоки и механические свойства металла шва приведены в таблице 5 и 6.

Таблица 5 – Химический состав проволоки в процентах по ГОСТ 2246–70 [6]

Марка проволоки	Химический состав							
	С	Mn	Si	Ti	Ni	Cr	S	P
	не более							
Св–08Г2С	0,05 0,11	1,8 2,1	0,7 0,95	–	0,025	0,02	0,025	0,03

Таблица 6 – Механические свойства металла шва [6]

Марка проволоки	σ_B , МПа	δ , %	КCU, кДж/см ²	
			20 °С	–20 °С
Св–08Г2С	540	24	100	60

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

Смесь, изготовленная по ТУ–2114–003–49632579–2009 железнодорожным транспортом в баллонах черного цвета с белой надписью —смесь Ar–CO₂

Двуокись углерода поставляется по ГОСТ 8050–85 трёх сортов. Состав приведён в таблице 7.

Таблица 7 – Состав CO₂, в процентах [6]

Содержание	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 760мм.рт.ст. и 20 °С (не более), г/см ³ .	0,178	0,515	Не проверяют

В качестве инертного газа в смесь входит аргон по ГОСТ 10157 –79.

Состав приведён в таблице 8.

Таблица 8 – Состав Ar, в процентах [6]

Содержание	Сорт	
	Высший сорт	Первый 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

2.3 Подготовка поверхности металла

Места, подлежащие ремонту сваркой или наплавкой, должны быть очищены от краски, ржавчины, заусенцев, задиров, окалины до чистого металла.

Трещины должны быть разделаны на длину, превышающую фактическую длину трещины на 4–5 мм с каждой стороны, и глубину, превышающую на 1–2 мм глубину залегания трещины, с плавным выходом на поверхность детали.

Варианты разделки трещин приведены на рисунке 3.

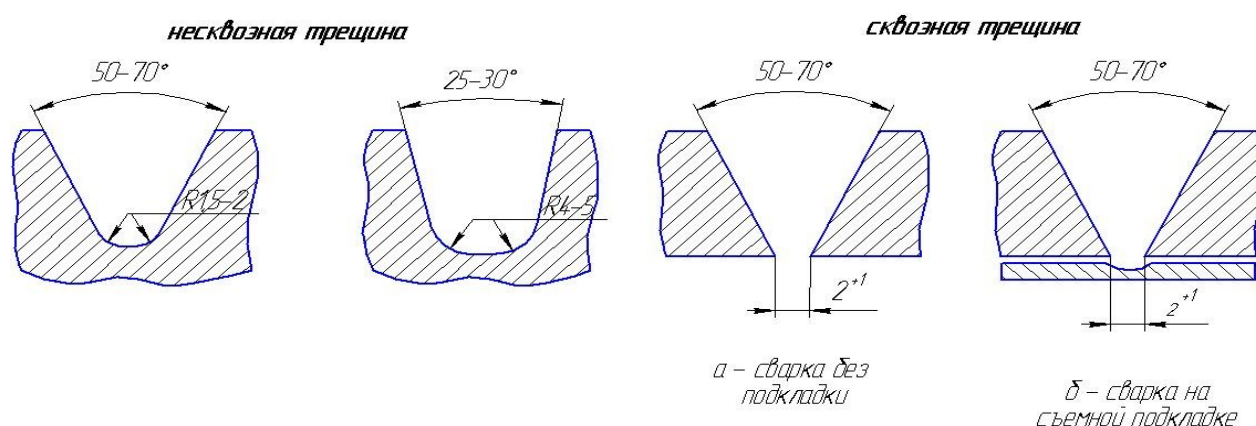


Рисунок 2–Конструктивные элементы разделки трещин

В зависимости от технологического варианта ремонта должны использоваться следующие сварочные материалы:

- для электродуговой резки: покрытые электроды марки ОЗР–1 или другие специализированные электроды для этих целей;
- для воздушно–дуговой резки: омедненные угольные электроды марки ВДК ТУ 16–757.034–86, сжатый воздух;
- для кислородной резки и подогрева перед сваркой: пропан сжиженный по ГОСТ 20448–90 или природный газ, кислород по ГОСТ 5583–78;

Разделка трещин может выполняться механическими (вырубкой, вышлифовкой армированными абразивными кругами) или термическими способами (электродуговой или воздушно–дуговой резкой). Рекомендуемые режимы разделки электродуговой и воздушно–дуговой резкой указаны в таблицах 9 и 10.

Таблица 9 – Режимы разделки трещин воздушно–дуговым способом

Диаметр электрода, мм	Ток, А	Давление воздуха, МПа
8,0	300–350	0,5 – 0,6
10,0	380–450	0,5 – 0,6

Таблица 10 – Режимы разделки трещин электродуговым способом

Диаметр электрода, мм	Ток, А	Род тока
3,0	180–200	Постоянный
4,0	300–320	
5,0	360–400	

Поверхность разделки должна быть очищена от шлака, брызг и наплывов металла, а после воздушно–дуговой выплавки зачищена механическим способом для удаления науглероженного слоя не менее 1 мм.

Литейные дефекты на поверхности разделок не допускаются и должны быть полностью удалены. При этом ширина разделки не должна превышать её глубину.

2.4 Расчет параметров режима наплавки

Расчет режима проводим по методике, изложенной в [1].

Диаметр сварочной проволоки для наплавки выбираем в зависимости от требуемого наплавочного валика согласно источнику [1] 1,6 мм

Сила сварочного тока зависит от диаметра электрода и требуемой глубины проплавления I , А:

$$I_{\text{св}} = (100 - 140) \cdot d_{\text{э}}, \quad (2)$$
$$I_{\text{св}} = 220 \text{ А.}$$

С увеличением напряжения глубина проплавления уменьшается, а ширина шва увеличивается, напряжение определяется по формуле:

$$U = 21 + 0,04 \cdot I_{\text{св}}, \quad (3)$$
$$U = 29,8 \text{ В.}$$

Показатель, характеризующий удельное значение скорости наплавки, коэффициент наплавки

$$K_{\text{н}} = 2,3 + 0,065 \cdot \frac{I_{\text{св}}}{d_{\text{пр}}}, \quad (4)$$
$$K_{\text{н}} = 11,2 \text{ г/А} \cdot \text{ч.}$$

С увеличением вылета электрода ухудшается устойчивость горения дуги и формирование шва, а так же увеличивается разбрызгивание жидкого металла. Вылет электродной проволоки определяем по формуле:

$$l_{\text{эл}} = 10 \cdot d_{\text{эл}} = 1,6 \cdot 10 = 16 \text{ мм.} \quad (5)$$

Сила тока определяет глубину провара и производительность процесса. Поэтому всякий расчет режимов является ориентировочным и на практике требует уточнения.

Скорость подачи электродной проволоки связана с силой сварочного тока. Ее устанавливают с таким расчетом, что бы в процессе сварки не происходило коротких замыканий и обрывов дуги, а протекал устойчивый процесс плавления электрода. Определяем скорость подачи электродной проволоки по формуле:

$$V_{\text{пп}} = 4 \cdot \alpha_{\text{р}} \cdot I_{\text{св}} / \pi \cdot d_{\text{пр}}^2 \cdot \rho_{\text{эл}}, \quad (6)$$

где $V_{\text{пп}}$ – скорость подачи проволоки, мм/с;

α_p – коэффициент расплавления электродной проволоки, г/А×с

$I_{св}$ – сварочный ток, А

$d_{эл}$ – диаметр электродной проволоки, мм

$\rho_{эл}$ – плотность металла электродной проволоки, г/мм³ (0,0078 г/мм³).

$$\alpha_p = (0,83 + 0,22 \cdot 220/1,6) \cdot 10^{-4} = 3,1 \cdot 10^{-3} \text{ г/А} \cdot \text{с};$$

$$V_{пп} = 4 \cdot 3,1 \cdot 10^{-3} \cdot 220/3,14 \cdot 1,6 \cdot 7,8 \cdot 10^{-3} = 69,7 \text{ мм/с} = 250,9 \text{ м/ч.}$$

Определяем скорость сварки:

$$V_{св} = \frac{\alpha_n \cdot I_{св}}{100 \cdot \gamma \cdot F_n}, \quad (7)$$

где α_n – коэффициент расплавления электродной проволоки, г/А×ч

$I_{св}$ – сварочный ток, А

γ – плотность металла электродной проволоки, г/мм³ (0,0078 г/мм³).

F_n – площадь поперечного сечения электродной проволоки, мм².

$$V_{св} = \frac{2,28 \cdot 10^{-3} \cdot 220}{100 \cdot 7,8 \cdot 10^{-3} \cdot 2} = 0,32 \text{ см/с} = 11,52 \text{ м/ч.}$$

2.5 Нормирование операций

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

Норма штучного времени $T_{ш}$, мин. для всех видов дуговой сварки определяется по формуле [7]:

$$T_{ш} = (T_{н.ш-к} \cdot L + t) \cdot K_{п}, \quad (8)$$

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

L – длина наплавляемой поверхности, мм,

$t_{\text{ви}}$ – вспомогательное время, зависящее от изделия и типа оборудования, согласно литературе [7] составляет 0,6, мин.

Неполное штучно–калькуляционное время определяется по формуле:

$$T_{\text{н.ш.к}} = (T_0 + T_{\text{в.ш.}}) \cdot \left(1 + \frac{a_{\text{обл.}} + a_{\text{отл.}} + a_{\text{п-з}}}{100}\right), \quad (9)$$

где T_0 – основное время сварки, мин,

$t_{\text{вш}}$ – вспомогательное время, зависящее от длины наплавляемой поверхности согласно литературе [7], $t_{\text{вш}} = 0,75$ мин,

$a_{\text{обл.}}$, $a_{\text{отл.}}$, $a_{\text{п-з}}$ – соответственно время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности, подготовительно – заключительную работу, % к оперативному времени. Для автоматической наплавки плавящимся электродом под слоем флюса сумма коэффициентов составляет 27%, [7].

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

$$T_0 = \frac{F_1 \cdot \gamma \cdot 60}{I_1 \cdot \alpha} \cdot \frac{F_2 \cdot \gamma \cdot 60}{I_2 \cdot \alpha}, \quad (10)$$

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

I – сила сварочного тока, А;

γ – плотность наплавленного металла, г/см³;

α_n – коэффициент наплавки, г/(А·ч).

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

Исходные данные для нормирования операций:

- марки сталей: 20ГЛ;
- марка электродной проволоки ПП–АН–180МН (для предлагаемого варианта);
- наплавляемая подготовленная поверхность;

- длина наплавляемой поверхности 110 мм;
- положение наплавляемой поверхности нижнее;
- площадь поперечного сечения наплавленного металла $F = 115 \text{ мм}^2$;
- коэффициент наплавки для сварочной проволоки ПП–АН–180МН при механизированной сварке составляет $\alpha_n = 15 \text{ г/(А·ч)}$

Количество проходов – $n = 4$ шт

$$T_o = \frac{28,75 \cdot 7,85 \cdot 60}{220 \cdot 15} \cdot 4 = 8,85 \text{ мин.}$$

Неполное штучно–калькуляционное время находим по формуле:

$$T_{\text{н.шт.к.}} = (8,85 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 12,2 \text{ мин.}$$

Определим норму штучного времени:

$$T_{\text{шт}} = 12,2 \cdot 0,11 + 0,75 = 1,94 \text{ мин.}$$

Данные расчетов сводим в таблицу 11.

Таблица 11 – Нормы штучного времени базового и предлагаемого технологических процессов изготовления автосцепного устройства

№ операции	Базовый техпроцесс		Предлагаемый техпроцесс	
	Наименование операции	$T_{\text{шт}}, \text{ мин.}$	Наименование операции	$T_{\text{шт}}, \text{ мин.}$
005	Дефектоскопия	10,4	Дефектоскопия	10,4
010	Сварочная	3,25	Сварочная	1,94
015	Перемещение	1,8	Перемещение	1,8
020	Фрезерная	8,1	Фрезерная	8,1
025	Перемещение	1,8	Перемещение	1,8
030	Слесарная	11,8	Слесарная	11,8
035	Сварочная	49,8	Сварочная	44,3
040	Слесарная	15,1	Слесарная	15,1
045	Сварочная	69,4	Сварочная	35,8
050	Слесарная	19,2	Слесарная	19,2
055	Слесарная	5,9	Слесарная	5,9
Итого:		196,55		156,14

2.6 Выбор технологического оборудования

Рассчитанные параметры режима позволяют сформулировать требования к оборудованию для ремонта и восстановления данного изделия.

Основными критериями для окончательного выбора рациональных типов оборудования должны служить их следующие принципы: Техническая характеристика, наиболее отвечающая всем требованиям принятой технологии.

- Наибольшая эксплуатационная надежность и относительная простота обслуживания.
- Наибольший КПД и наименьшее потребление электроэнергии при эксплуатации.
- Наименьшие габаритные размеры оборудования.
- Наименьшая масса.
- Наименьшая сумма первоначальных затрат на приобретение и монтаж оборудования.
- Минимальный срок окупаемости.

Исходя из соображений технологического, экономического и эксплуатационного характера было выбрано следующее сварочное оборудование:

Таблица 12 – Технические характеристики полуавтомата ПДГО–570–4К (серия 1) с выпрямителем Форсаж–502 [8]

Наименование параметра	Значение
Напряжение питания, 50Гц, В	3х380 ± 10%
Номинальный сварочный ток, А,	500
Продолжительность включения, ПВ, при номинальном токе и цикле сварки 10 мин., (%)	60
Диапазон регулирования сварочного тока, А	60–500
Диапазон регулирования рабочего напряжения, В	18 – 50,0
Потребляемая мощность, кВА, не более,	27
Род сварочного тока	постоянный
Вид регулирования сварочного напряжения	плавное
Охлаждение	принудительное
Диаметр сплошной сварочной проволоки, мм	0,8–2,0
Диаметр порошковой сварочной проволоки, мм	1,2– 3,2

Диаметр алюминиевой сварочной проволоки, мм	1,0– 3,2
Кол–во ведущих роликов, шт.	4
Тип разъема сварочной горелки	евроразъем
Скорость подачи проволоки, м / ч	35 – 1500
Расход защитного газа, л / ч	500–1200
Масса проволоки на кассете, кг, не более	18
Температура эксплуатации, °С	–10...+40

2.7 Контроль технологических операций

Обеспечение высокого качества сварочных и наплавочных работ – наиболее важная проблема в области сварки [9].

Основные дефекты наплавки: трещины в наплавленном слое и в зоне сплавления с основным металлом детали, поры и раковины, шлаковые включения, несплавления слоя с основным металлом детали, подрезы и др.

Дефекты могут быть внешними, выходящими на поверхность наплавов, и внутренними, располагающимися внутри наплавленного слоя. Внешние дефекты обнаружить сравнительно легко путем осмотра наплавов, с помощью магнитной дефектоскопии и пр. Обнаружение внутренних дефектов представляет сложную и не всегда надежно разрешимую задачу. В этом случае пользуются методом контроля: просвечиванием рентгеновскими или гамма–лучами, методом магнитной и ультразвуковой дефектоскопии, металлографическими исследованиями макро– и микрошлифов и др

Трещины являются наиболее опасным дефектом наплавов, так как под воздействием быстроизменяющихся нагрузок или тепловых колебаний они могут развиваться, т. е. увеличиваться в размерах, что может привести к преждевременному выходу детали из строя. Поэтому контролю на обнаружение трещин необходимо уделять весьма серьезное внимание.

Возникновение трещин зависит от содержания углерода и серы в наплавленном металле, от недостаточного предварительного подогрева

детали при наплавке, жесткости изделия и пр. Холодные трещины могут возникать при отсутствии замедленного охлаждения детали после наплавки.

Поры могут образовываться при использовании влажного или отсыревшего флюса, при наличии ржавчины на наплавляемых поверхностях, при недостаточном слое флюса и пр. Поры появляются при наплавке по металлу, ранее наплавленному электродами с меловой обмазкой, который содержит повышенное количество азота.

Поры являются менее опасным дефектом, чем трещины, но их наличие снижает износостойкость и прочность наплавленного металла.

Шлаковые включения чаще наблюдаются при многослойной наплавке. Они являются результатом наплавки по неудаленной или плохо удаленной шлаковой корке с предыдущих слоев. При этом шлак не успевает расплавиться и всплыть на поверхность металла, вследствие чего остается в металле в виде шлаковых включений.

Несплавления наплавленного металла с основным металлом детали могут образоваться при несоответствии выбранной скорости наплавки, неправильной установке электрода, загрязнении наплавляемых поверхностей, нарушении режима наплавки и пр. Наличие этих дефектов может привести к отколу наплавленного слоя в процессе работы восстановленной детали.

Часто наплавленные детали устанавливают на машины без последующей механической обработки (ножи бульдозеров, опорные катки тракторов и др.). В этом случае важным требованием является гладкая поверхность наплавленного слоя. Причиной наплывов и углублений в наплавленном слое является нарушение режима наплавки — силы тока, напряжения дуги, скорости наплавки, смещения электрода с зенита при наплавке цилиндрических деталей, величины вылета электрода и пр.

Причиной поверхностных дефектов наплавленного слоя может явиться и плохая устойчивость дуги [10].

Наплавленные детали подвергают неразрушающим или разрушающим методам контроля.

Неразрушающие методы контроля качества наплавленного металла.

Применяются следующие методы неразрушающего контроля:

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

Разрушающие методы контроля качества наплавленного металла Как правило, разрушающим методам контроля подвергают образцы–свидетели, которые наплавливают и одновременно подвергают термообработке со штатными изделиями. К этой группе методов контроля можно отнести:

- контроль химического состава наплавленного металла;
- механические испытания и контроль твердости наплавленного металла (предел прочности, предел текучести, относительное удлинение и сужение, ударная вязкость, прочность сцепления основного и наплавленного металла на срез и отрыв);
- коррозионные испытания [11].

Сварочные напряжения и деформации, меры борьбы с ними. Сварка, как и другие процессы обработки металлов, вызывает возникновение в изделиях собственных напряжений.

В зависимости от причины, вызвавшей напряжения, различают:

- тепловые напряжения, вызванные неравномерным распределением температур при сварке;

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

В зависимости от размеров области:

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

Сварочные напряжения являются напряжениями первого рода.

По направлению действия напряжения и деформации различают:

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

По виду напряжённого состояния:

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

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

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

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

- мероприятия, предотвращающие вероятность возникновения деформаций и напряжений;
- мероприятия, обеспечивающие последующее исправление деформаций и снятие возникших напряжений [9].

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

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

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

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

Преимущества визуального контроля:

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

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3–1В41	Титов Дмитрий Олегович

Школа	Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности	Отделение школы (НОЦ)	Электронной инженерии
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение / ОТСП

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

1. Оценка стоимости производства по базовому технологическому процессу автосцепного устройства грузового вагона	Объектом исследования является базовый и предлагаемый технологический процесс
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Определение требуемого количества оборудования	Рассчитать требуемое количество оборудования
2. Определение затрат на вспомогательные материалы	Рассчитать затраты на вспомогательные материалы затраченные на одну единицу ремонта, к ним относят: –затраты на наплавочную проволоку –затраты на смесь защитных газов –затраты на сжатый воздух –затраты на силовую электроэнергию –затраты на заработную плату –затраты на страховые взносы
3. Определение накладных расходов	Рассчитать сумму накладных расходов для технологического процесса на предприятии ООО Новотранс

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. При необходимости представить эскизные графические материалы к расчетному заданию

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Мелик–Гайказян Мария Вигеновна	К.Э.Н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3–1В41	Титов Дмитрий Олегович		

3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Разработка технологического процесса ремонта и восстановления автосцепного устройства допускает различные варианты решения. Автосцепное устройство представляет собой литой стальной корпус, который состоит из головки, где размещен механизм сцепления, и пустотелого прямоугольного хвостовика с отверстием для клина. Клин соединяет автосцепку с тяговым хомутом поглощающего аппарата. Голова имеет большой и малый зубья. В механизм сцепления входят замок, замкодержатель, собачка (предохранитель от саморасцепа), подъемник замка, валик подъемника, соединяющий болт.

Автосцепное устройство является конкурентноспособным, конкурентами предприятия являются предприятия таких стран как: Китай, Польша, также выпускающих железнодорожные вагоны.

Существует базовый вариант ремонта автосцепного устройства, который используется в вагонном эксплуатационном депо ООО Новотранс.

При замене базового варианта технологического процесса ремонта и восстановления на разработанный, необходимо обосновать экономическую эффективность, достигнутую при внедрении предлагаемого варианта. Наиболее экономически целесообразным считается тот вариант, который при наименьших затратах обеспечивает выполнение заданной годовой программы выпуска продукции.

Согласно базовому технологическому процессу ремонтные операции при восстановлении автосцепного устройства производятся на сварочном столе. Наплавка производится покрытыми электродами и в смеси газов, в качестве сварочного оборудования используется сварочный выпрямитель ВДУ–506, сварочный полуавтомат ПДГ–508М и сварочный выпрямитель КИГ 601.

В предлагаемом технологическом процессе применим кантователь. Для данного вида наплавки применим современное российское сварочное

оборудование, которым заменим устаревшее оборудование и откажемся от выпрямителя для ручной дуговой сварки.

Проведем технико–экономический анализ сравнения базового и предлагаемого вариантов, необходимые для расчета нормы штучного времени базового и предлагаемого технологических процессов ремонта тягового хомута приведены в таблице 11.

3.1 Определение требуемого количества оборудования

Необходимое количество оборудования рассчитывается по формуле [12]:

$$C_p = \frac{N \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_d \cdot K_{вн}}, \quad (11)$$

где N – годовая производственная программа, шт., $N = 3000$ шт.;

$T_{шт}$ – трудоемкость годовой программы, мин.;

F_d – действительный годовой фонд времени работы оборудования, ч,

$F_d = 3950$ ч.;

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

$$C_{p1} = \frac{3000 \cdot 174}{60 \cdot 3950 \cdot 1} = 2,2 \text{ шт},$$

$$C_{p2} = \frac{3000 \cdot 134}{60 \cdot 3950 \cdot 1} = 1,6 \text{ шт}.$$

Согласно расчетным данным принимаем для базового технологического процесса три единицы оборудования, а для предлагаемого две единицы оборудования. Определение количества оборудования осуществляем путем округления расчетного количества оборудования C_p до целого числа в большую сторону. Это связано с автоматизацией предлагаемого технологического процесса. Следовательно и вспомогательное приспособление берем по количеству принятого оборудования и сводим в таблицу 13

Коэффициент загрузки оборудования определяем по формуле [13]

$$K_{30} = \frac{C_p}{C_n} \cdot 100, \quad (12)$$

где C_p – расчетное количество оборудования, шт.;

C_n – принятое количество оборудования, шт.

$$K_{301} = \frac{2,2}{3} \cdot 100 = 73,3\%,$$

$$K_{302} = \frac{1,6}{3} \cdot 100 = 80,0\%.$$

Таблица 13 – Количество вспомогательного оборудования, необходимого для изготовления изделия и коэффициент его загрузки

Номер операции	Наименование оборудования	Норма штучного времени $T_{ш}$, мин	Необходимое количество оборудования C_p , шт	Принятое количество оборудования C_n , шт	Коэффициент загрузки K_{30} , %
Базовый технологический процесс					
005	Стенд осмотра и магнитного контроля	10,4	0,1	1	13,8
010, 030–055	Сварочный стол	174	2,2	3	73,3
015–025	Станок горизонтально-фрезерный 6P10.	11,7	0,1	1	15,5
Предлагаемый технологический процесс					
005	Стенд осмотра и магнитного контроля	10,4	0,14	1	13,8
010, 030–055	Кантователь	134	1,6	2	80
015–025	Станок горизонтально-фрезерный 6P10	11,7	0,1	1	15,5

3.2 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

Капитальные вложения в оборудование определяем по формуле [13]:

$$K_{co} = \sum_{i=1}^n C_{oi} \cdot O_i \cdot R_{тзр}, \quad (13)$$

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

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

$R_{тзр}$ – коэффициент учитывающий транспортировку и монтаж оборудования $R_{тзр}=1,2$

Цены на оборудование берутся за 01.01.2019 (см. табл. 14).

Таблица 14 – Первоначальная стоимость оборудования [8,14,15,16]

Наименование оборудования	Количество, шт	Цена единицы оборудования, C_o , тыс.руб	Стоимость тыс.руб
Базовый технологический процесс			
Выпрямитель ВДУ–506	3	126,6	379,8
Механизм подачи проволоки ПДГ–508М 3	3	45	135
Выпрямитель КИГ 601	3	30	90
Сварочный стол	3	160	480
Итого			1084,8
Предлагаемый технологический процесс			
Механизм подачи проволоки ПДГО–570–4К	2	39	78
Выпрямитель Форсаж–502	2	115	230
Кантователь	2	134	268
Итого			576

Капитальные вложения в оборудование базового технологического процесса составляет:

$$K_{co1} = 1084,8 \cdot 1,2 = 1,3 \text{ млн. руб}$$

Капитальные вложения в оборудование предлагаемого технологического процесса составляет:

$$K_{\text{co2}} = 576 \cdot 1,2 = 0,7 \text{ млн. руб}$$

3.3 Определение технологических затрат

Расчет выполнен по данным и методике, принятым на ООО Новотранс в 2019 году.

Технологические затраты включают в себя затраты на вспомогательные материалы, затраты на силовую электроэнергию, затраты на заработную плату, страховые взносы и накладные расходы.

3.3.1 Затраты на вспомогательные материалы

К вспомогательным материалам относят сварочную проволоку и электроды, защитную смесь газов и сжатый воздух.

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле [12]:

$$C_{\text{п.с}} = \sum_{d=1}^n G_d \cdot K_{nd} \cdot C_{\text{пс}}, \quad (15)$$

где G_d – масса наплавленного металла электродной проволоки и электродов

k_{nd} – коэффициент, учитывающий расход сварочной проволоки (электрода) [13],

$C_{\text{п.с}}$ – стоимость сварочных материалов.

$$C_{\text{п.сбаз.}} = 0,805 \cdot 51,69 \cdot 1,6 = 66,5 \text{ руб},$$

$$C_{\text{п.спредп.}} = 0,805 \cdot 160 \cdot 1,02 = 131,3 \text{ руб}.$$

Таблица 15 Затраты на электродную проволоку

Вариант технологического процесса	G_d , кг.	K_{nd}	$C_{\text{п. с}}$, руб/кг	$C_{\text{п.с}}$, руб
Базовый	0,805	1,6	51,69	66,5
Предлагаемый	0,805	1,02	160	131,3

Затраты на защитную смесь газов определяем по формуле [16]:

$$C_{\text{з.г.}} = g_{\text{з.г.}} \cdot k_{\text{т.п.}} \cdot C_{\text{г.з.}} \cdot T_o, \quad (16)$$

где $g_{\text{з.г.}}$ – расход смеси, $g_{\text{з.г.}} = 0,72 \text{ м}^3/\text{ч.}$;

$k_{т.п.}$ – коэффициент, учитывающий тип производства, $k_{т.п.} = 1,15$ [3];

$\Pi_{г.з.}$ – стоимость смеси, м^3 , $\Pi_{г.з.} = 51,17 \text{ руб./м}^3$;

T_o – основное время сварки в смеси газов, ч.,

$T_o = 0,83$ ч. – для базового варианта,

$T_o = 1,367$ ч. – для предлагаемого варианта.

Для базового технологического процесса:

$$C_{з.г.} = 0,72 \cdot 1,15 \cdot 51,17 \cdot 0,83 = 35,7 \text{ руб/изд.}$$

Для предлагаемого технологического процесса:

$$C_{з.г.} = 0,72 \cdot 1,15 \cdot 51,17 \cdot 1,367 = 57,9 \text{ руб/изд.}$$

Затраты на сжатый воздух определяются по формуле [13]:

$$C_{\text{возд.}} = g_{\text{возд.}} \cdot k_{\text{тп}} \cdot \Pi_{\text{возд.}}, \quad (17)$$

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

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

Для изготовления одного корпуса расход воздуха составляет:

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

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

$$C_{\text{возд.пр}} = 1,2 \cdot 1,15 \cdot 0,18429 = 0,25 \text{ руб/изд.}$$

Таблица 16 – Затраты на вспомогательные материалы

Наименование	Величина затрат, руб.		Экономия, руб. Э.
	Базовый вариант	Предлагаемый вариант	
Затраты на электродную проволоку, $C_{п.с.}$	66,5	131,3	–64,8
Затраты на газ, $C_{з.г.}$	35,7	57,9	–22,2
Затраты на сжатый воздух, $C_{\text{возд.}}$	0,25	0,25	–
Итог затрат на вспомогательные материалы	102,5	189,5	–87,0

Расходы на вспомогательные материалы возросли на 43%, это связано с выбором более качественных материалов для предлагаемого технологического процесса.

3.3.2. Затраты на силовую электроэнергию

Затраты технологической электроэнергии найдем по формуле [13]:

$$З_{втэ} = \left[\frac{U_{ci} \cdot I_{ci} \cdot t_{ci}}{\eta_u \cdot 1000} + P_x \cdot \left(\frac{T_o}{K_u} - T_o \right) \right] \cdot R_{пс} \cdot Ц_э \quad (18)$$

где U_c и I_c – электрические параметры режима сварки;

T_o – основное время сварочной операции;

η_u – КПД оборудования, для базового технологического процесса:

$\eta_u=0,92$, для предлагаемого технологического процесса: $\eta_u=0,93$;

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

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

t_{ci} – время горения дуги

$Ц_э$ – средняя стоимость электроэнергии по данным депо Тайга ВЧДР–17, $Ц_э = 5,4$ руб.

$$З_{втэ1} = \left(\frac{29,8 \cdot 220 \cdot 1,44}{0,92 \cdot 1000} + 0,4 \cdot \left(\frac{2,04}{0,5} - 2,04 \right) \right) \cdot 1,05 \cdot 5,4 = 62,8 \text{ руб/изд}$$

$$З_{втэ2} = \left(\frac{29,8 \cdot 220 \cdot 1,1}{0,93 \cdot 1000} + 0,4 \cdot \left(\frac{1,3}{0,5} - 1,3 \right) \right) \cdot 1,05 \cdot 5,4 = 46,8 \text{ руб/изд}$$

Затраты на электроэнергию по базовому технологическому процессу:

$$З_{втэ1.} = 62,8 \text{ руб.}$$

Затраты на электроэнергию по предлагаемому технологическому процессу: $З_{втэ2} = 46,8$ руб.

Затраты на силовую электроэнергию снизились на 25% в связи с уменьшением времени работы оборудования.

3.3.3 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле:

$$C_{з.п.сд.} = (ТС \cdot \sum T_{ш}) \cdot K_d \cdot K_{пр} \cdot K_{рай}, \quad (19)$$

где ТС – тарифная ставка на 01.01.2019, руб., ТС– 80,34 руб.;

K_d – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату,

$K_d=1,15$;

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

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

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

$$C_{з.п.сд.} = (80,34 \cdot 3,28) \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 = 590,9 \text{ руб/изд.}$$

Заработная плата основных производственных рабочих по предлагаемому технологическому процессу:

$$C_{з.п.сд.} = (80,34 \cdot 2,6) \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 = 474,2 \text{ руб/изд.}$$

3.3.4 Определение страховых взносов

Размер страховых взносов определяется по формуле:

$$C_{соц.с.} = C_{з.п.сд.} \cdot K_{с.в.}, \quad (20)$$

где $K_{с.в.}$ – ставка взносов по предприятию, $K_{с.в.}=32,8\%$

Затраты на страховые взносы основных производственных рабочих по базовому технологическому процессу:

$$C_{соц.с.} = 590,9 \cdot 32,8 = 193,8 \text{ руб/изд.}$$

Затраты на страховые взносы основных производственных рабочих по предлагаемому технологическому процессу:

$$C_{соц.с.} = 474,2 \cdot 32,8 = 155,6 \text{ руб/изд.}$$

Расходы связанные с оплатой труда снизилась на 20% за счет уменьшения времени на предлагаемый технологический процесс на единицу ремонтируемой детали.

3.3.5 Определение накладных расходов

Накладные расходы представляют собой сумму общепроизводственных и общехозяйственных расходов предприятия, и в настоящем времени принимается в размере 105 и 45% соответственно.

$$H_p = C_{з.п} \cdot P_n, \quad (21)$$

где $C_{з.п}$ – основная заработная плата производственных работ;

P_n – ставка накладных расходов.

Накладные расходы базового технологического процесса составят:

$$H_{p1} = 513,8 \cdot 1,5 = 770 \text{ руб/изд.}$$

Накладные расходы предлагаемого технологического процесса составят:

$$H_{p1} = 412,3 \cdot 1,5 = 620 \text{ руб/изд.}$$

3.4 Определение срока окупаемости капитальных вложений

Окупаемость капитальных вложений осуществляется за счет увеличения чистой прибыли от реализации продукции. Увеличение прибыли осуществляется за счет снижения текущих затрат на ремонт.

Расчет экономии текущих затрат приведены в таблице 17.

Таблица 17 – Текущие затраты на ремонт автосцепного устройства

№	Наименование	Величина затрат, руб.		Экономия, руб. Э.
		Базовый вариант	Предлагаемый вариант	
1	Затраты на вспомогательные материалы	102,5	189,5	–87
2	Затраты на силовую электроэнергию, $Z_{втэ}$	62,8	46,8	16
3	Затраты на заработную плату, $C_{зп.с.д.}$	590,9	474,2	116,7
4	Затраты на страховые взносы, $C_{соц.с.}$	193,8	155,5	38,3
5	Общепроизводственные расходы, H_p	770	620	150
Итого		1719,9	1485,95	234

По результатам расчетных данных можно сделать вывод, что предлагаемый технологический процесс позволяет нам сэкономить текущие расходы на 13,6%, следовательно, годовая экономия составит:

$$\mathcal{E}_r = \mathcal{E} \cdot N, \quad (22)$$

где $\mathcal{E}$ – экономия за единицу ремонта, руб;

N – годовая производственная программа, шт.

$$\mathcal{E}_r = 234 \cdot 3000 = 700 \text{ тыс. руб.}$$

Прибыль, остающаяся в распоряжении предприятия, увеличится:

$$\Delta \text{ЧП} = \mathcal{E}_r - H, \quad (23)$$

где H – налог на прибыль (ставка 20%)

$$\Delta \text{ЧП} = 700 - 700 \cdot 0,2 = 560 \text{ тыс. руб.}$$

Срок окупаемости предлагаемого технологического процесса составит:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K}{\Delta \text{ЧП}}, \quad (24)$$

где K – капитальное вложение в оборудование

$$T_{\text{ок}} = \frac{700}{560} = 1,25 \text{ г.}$$

Предлагаемый технологический процесс это лучший вариант ремонта автосцепного устройства, а срок окупаемости оборудования составит пять кварталов.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В41	Титов Дмитрий Олегович

Школа	Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности	Отделение школы (НОЦ)	Электронной инженерии
Уровень образования	Бакалавр	Направление	15.03.01 Машиностроение / ОТСП

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования.	Объектом исследования является повышение износостойкости наплавленного слоя при ремонте автосцепного устройства грузового вагона на предприятии ООО Новотранс
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.	Рассмотреть специальные правовые нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
2. Производственная безопасность	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
2. Экологическая безопасность	– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы, утилизация); – решение по обеспечению экологической безопасности.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	– Анализ возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. – Пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Гуляев Милий Всеволодович			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В41	Титов Дмитрий Олегович		

4 Социальная ответственность

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

4.1.1 Описание рабочего места

На участке производится ремонт и восстановление автосцепного устройства. При ремонте автосцепного устройства осуществляются следующие операции: фрезеровка, механизированная сварка в среде углекислого газа и аргона, слесарные операции.

При ремонте автосцепного устройства на участке используется следующее оборудование

– выпрямитель Форсаж–502	2 шт.
– полуавтомата ПДГО–570–4К	2 шт.
– станок горизонтально–фрезерный 6Р10	1 шт.
– стенд осмотра и магнитного контроля	1 шт.
– кантователь	2 шт.

Перемещение изделия производят кран–балкой грузоподъемностью 2 т.

Восстанавливаемое изделие: автосцепного устройства, масса составляет 171,5 кг.

В качестве материала используют сталь марки: 20ГЛ. Наплавка производится: сваркой в смеси Ar (82 %) + CO₂(18 %) сварочной проволокой Св–08Г2С диаметром 1,6 мм и ПП–АН180МН диаметром 2 мм.

Участок находится в цехе, имеет одну капитальную стену, с другой стороны располагается проход шириной 2 м для перемещения рабочих и электрокаров. Количество оконных проемов – 6. Окраска стен – бежевая.

Завоз деталей в цех и вывоз готовой продукции осуществляется через ворота (2шт.) автомобильным транспортом, также через одни ворота проложено железнодорожное полотно, т.е. имеется возможность доставки и

вывоза грузов железнодорожным транспортом. Вход в цех и выход из него осуществляется через две двери.

На случай пожара цех оснащен запасным выходом и системой противопожарной сигнализации. Все работы производятся на участке с площадью $S = 98,97 \text{ м}^2$.

4.1.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Проект вытяжной вентиляции.

На участке ремонта и восстановления автосцепного устройства применяем общеобменную приточно–вытяжную вентиляцию.

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

Кондиционирование предполагает автоматическое поддержание в закрытых помещениях всех или отдельных параметров воздуха (температуры, относительной влажности, чистоты, скорости движения воздуха) обеспечения оптимальных метеорологических условий, наиболее благоприятных для самочувствия людей, ведения технологического процесса [17].

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

4.1.3. Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства

Формализация всех производственных процессов и их подробное описание в регламентах, разнообразных правилах и инструкциях по охране труда позволяет создать максимально безопасные условия работы для всех

сотрудников организации. Проведение инструктажей и постоянный тщательный контроль за соблюдением требований охраны труда – это гарантия значительного уменьшения вероятности возникновения аварийных ситуаций, заболеваний, связанных с профессиональной деятельностью человека, травм на производстве.

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

- положений «Стандартов безопасности труда»;
- законов о труде РФ;
- технологической документации;
- норм и правил отраслевой производственной санитарии и безопасности труда;
- типовых инструкций по ОТ;
- пунктов ЕСТД («Единая система техдокументации»);
- рекомендаций по эксплуатации и паспортов различных видов агрегатов и оборудования, используемого в организации (при этом следует принимать во внимание статистические данные по производственному травматизму и конкретные условия работы на предприятии).

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

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

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

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

Государство в лице органов законодательной, исполнительной и судебной властей гарантирует право на охрану труда работникам, участвующим в трудовом процессе по трудовому договору (контракту) с работодателем. Условия трудового договора (контракта) должны соответствовать требованиям законодательных и нормативных актов по охране труда.

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

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

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

Основопологающим документом в этой системе является ГОСТ 1.0–68 «Государственная система стандартизации. Основные положения». В нем указывается, что основной целью стандартизации наравне с ускорением технического прогресса и повышением эффективности производства является обеспечение безопасности работающих. Основной целью создания ССБТ является упорядочение нормативно–технической документации в области безопасности труда. Эта система представляет собой комплекс взаимосвязанных стандартов, направленных на обеспечение безопасности труда, и распространяется на производственное оборудование, производственные процессы и средства защиты работающих во всех отраслях народного хозяйства. Задачей ССБТ является установление общих требований и норм по видам опасных и вредных производственных факторов, общих требований безопасности к производственному оборудованию и производственным процессам, требований к средствам защиты работающих, методов оценки безопасности труда.

К нормативным документам относятся:

1. ГОСТ 12.1.005–88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно–гигиенические требования. М.: Изд. стандартов, 1989.
2. ГОСТ 12.1.030–81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. М.: Изд. стандартов, 1982.
3. ГОСТ 12.1.012–90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. М.: Изд. Стандартов, 1990.

4. ГОСТ 12.1.046–78. ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация. М.: Изд. Стандартов, 1990.

5. ГОСТ 12.1.003–83. Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд. стандартов, 1984.

6. Правила устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат, 1998.

7. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. М.: Энергоатомиздат, 1994.

8. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

9. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566–96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. М.: Информ.–издат. Центр Минздрава России, 1997.

10. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548096. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996.

11. Строительные нормы и правила СНиП 23–05–95. Естественное и искусственное освещение. Журнал «Светотехника», №№ 11–12, 1995.

4.2. Производственная безопасность

4.2.1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

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

1. Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.

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

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

Источником выделения вредных веществ также может быть краска, грунт или покрытие, находящиеся на кромках свариваемых деталей и попадающие в зону сварки. Для уменьшения выделения вредных веществ поверхности свариваемых деталей должны при необходимости зачищаться от грунта и покрытия по ширине не менее 20 мм от места сварки.

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

На участке ремонта и восстановления тягового хомута применяем приточно–вытяжную вентиляцию и местную вытяжную вентиляцию.

Каждое рабочее место также оборудуется вытяжным отсосом – зонтом, открытой конструкцией, всасывающее отверстие которой, приближено к источнику выделений. Подвижность воздуха в зоне сварки должна быть 0,2 0,5 метров в секунду.

Определим необходимый объём воздуха L , удаляемый от местных отсосов (2 зонта) по формуле [17]:

$$L = 3600 \cdot F \cdot V, \quad (26)$$

где F – суммарная площадь рабочих проёмов и неплотностей, м^2 ;

V – скорость всасывания воздуха на рабочем участке, м/с ; $V = 0,5 \text{ м/с}$.

Из расчета видно, что объём воздуха удаляемый от местных отсосов составляет $L = 216 \text{ м}^3/\text{с}$.

В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор радиальный FUK – 2700 SP с двигателем типа АИР 80В2У3, мощностью 2,2 кВт.

2. Производственный шум.

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

- сварочный выпрямитель Форсаж–502;
- полуавтомат для дуговой сварки ПДГО–570–4К;
- станок горизонтально–фрезерный 6Р10;
- двигатель кантователя;
- вентиляция;
- сварочная дуга;
- слесарный инструмент: молоток ($m = 2$ кг) ГОСТ 2310 – 77, шабер, машинка ручная шлифовальная пневматическая ИП 2002 ГОСТ 12364 – 80.

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

Шум неблагоприятно воздействует на работающего: ослабляет внимание, увеличивает расход энергии при одинаковой физической нагрузке, замедляет скорость психических реакций, в результате снижается производительность труда и ухудшается качество работы. Нормы эквиволентного уровня шума ≤ 80 дБА.

Мероприятия по борьбе с шумом.

Для снижения шума, создаваемого оборудованием, это оборудование следует помещать в звукоизолирующие ограждения.

Вентиляционное оборудование следует устанавливать на виброизолирующие основания, а вентиляторы следует устанавливать в отдельные звукоизолирующие помещения.

Для защиты органов слуха от шума рекомендуется использовать противошумовые наушники.

3. Статическая нагрузка на руку

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

Нагрузку создает необходимость держать в течение длительного времени в руках горелку сварочную (весом от 3 до 6 кг), при проведении сварочных работ, необходимость придержать детали при установке и прихватке и т. п.

Для освещения используем газораспределительные лампы, имеющие высокую светоотдачу, продолжительный срок службы, спектр излучения люминесцентных ламп близок к спектру естественного света.

Лампы устанавливают в светильник, осветительная арматура которого должна обеспечивать крепление лампы, присоединение к ней электропитания, предохранения её от загрязнения и механического повреждения. Подвеска светильников должна быть жёсткой.

4.2.2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производённой среды

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

В производственной обстановке рабочие, находясь вблизи расплавленного или нагретого металла, горячих поверхностей подвергаются воздействию теплоты, излучаемой этими источниками.

Лучистый поток теплоты, кроме непосредственного воздействия на рабочих, нагревает пол, стены, оборудование, в результате чего температура внутри помещения повышается, что ухудшает условия работы.

Горение сварочной дуги сопровождается излучением видимых ослепительно ярких световых лучей и невидимых ультрафиолетовых и

инфракрасных лучей. Видимые лучи ослепляют, так как яркость их превышает физиологическую переносимую дозу. Короткие ультрафиолетовые лучи даже при кратковременном воздействии могут вызвать электроофтальмию. Инфракрасные лучи главным образом обладают тепловым эффектом, их интенсивность зависит от мощности дуги.

Тепловая радиация на рабочем месте может составлять 0,5–6 кал/см²·мин.

Защита от сварочных излучений.

Для защиты глаз и лица сварщиков используются специальные щитки и маски. Для защиты глаз от ослепляющей видимой части спектра излучения, ультрафиолетовых и инфракрасных лучей в очках и масках должны применяться защитные светофильтры. Марка светофильтра выбирается в зависимости от силы сварочного тока.

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

Для защиты ног сварщиков используют специальные ботинки, исключающие попадание искр и капель расплавленного металла. Перечень средств индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке приведен в таблице 16.

Таблица 18 – Средства индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке

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

Для защиты рук от брызг и лучистой энергии применяют брезентовые рукавицы со специальной противопожарной пропиткой.

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

Электробезопасность

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

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

На ремонтном участке применяются искусственные заземлители – вертикально забитые стальные трубы длиной 2,5 метра и диаметром 40 мм. Сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 100м.

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

Для связи вертикальных заземлителей используют полосовую сталь сечением 4х12 миллиметров

4.2.3 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов

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

Защита от движущихся механизмов.

Для защиты работающих от движущихся механизмов предусмотрено следующее:

1. проходы: между оборудованием, движущимися механизмами и перемещаемыми деталями, а также между постами – не менее 1 м; между автоматическими сварочными постами – не менее 2 м.;

2. свободная площадь на один сварочный пост – не менее 3 м.; – при эксплуатации подъёмно–транспортных устройств ограждение всех движущихся и вращающихся частей механизмов;

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

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

4.3 Экологическая безопасность

Охрана воздушного бассейна.

Для очистки выбросов в атмосферу, производящихся на участке сборки и сварки, достаточно производить улавливание аэрозолей и газообразных примесей из загрязнённого воздуха. Установка для улавливания аэрозолей и пыли предусмотрена в системе вентиляции. Для этого на участке ремонта и восстановления автосцепного устройства используют масляные фильтры. Пыль, проходя через лабиринт отверстий (вместе с воздухом), образуемых кольцами или сетками, задерживается на их смоченной масляным раствором поверхности. По мере загрязнения фильтра кольца и сетки промывают в содовом растворе, а затем покрывают масляной плёнкой.

Эффективность фильтров данного типа составляет 95 – 98 процентов.

Предельно допустимая концентрация примесей в атмосфере на территории промышленного предприятия не должна превышать 30 процентов вредных веществ для рабочей зоны [17].

На проектируемом участке ремонта и восстановления тягового хомута предусмотрены емкости для складирования металлических отходов (обрезки сварочной проволоки, бракованные изделия), а также емкости для мусора. Все металлические отходы транспортируются в металлургический цех, где они перерабатываются, а весь мусор вывозится за территорию предприятия в специально отведенные места и уничтожается [17].

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Сварочная установка очень сложная система, которая отличается повышенной пожарной опасностью. Она состоит из полуавтомата ПДГО, оборудования для газовой защиты, приспособления для наплавки автосцепного устройства. В ходе работы установки есть вероятность выхода из строя системы охлаждения, что может привести к пожару и даже взрыву. Должны быть проведены и хорошо отработаны следующие превентивные меры при возникновении такой ЧС как пожар:

- прогнозирование пожара;
- порядок информирования вышестоящих организаций при возникновении пожара;
- разработка мероприятий по ликвидации пожара;
- правила поведения персонала при пожаре;
- ликвидация последствий пожара и защита персонала.

Места производства сварочных работ должны быть обеспечены средствами пожаротушения. В сварочном цехе используем следующие огнетушители:

- огнетушитель порошковый ОП–3(з);
- огнетушитель углекислотный ОУ–1.

Сварочный цех, рассматриваемый в данной работе, относится к категории «А» – повышенная взрывопожароопасность. В нашем участке должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители расположены на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,35 м.

Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, переходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей.

Заключение

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

Для ремонта и восстановления автосцепного устройства в целом применен кантователь, который позволил облегчить кантовку восстанавливаемой детали, заменено сварочное оборудование.

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

В результате перечисленных нововведений время ремонта и восстановления автосцепного устройства сократилось на 23 процентов.

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

Годовая производственная программа составляет 3000 изделий.

Снижение технологических затрат увеличит чистую прибыль на 560 тыс.руб/год, что позволит окупить капитальные вложения в оборудования за 1,25 года.

Список использованных источников

1 Абраменко Д. Н., Повышение износостойкости литых деталей грузовых вагонов дуговой наплавкой слоя стали со структурой игольчатого феррита: диссертация. // Кандидата технических наук: 05.16.01, 05.03.06 / Абраменко Денис Николаевич; [Место защиты: НИИ железнодорож. трансп.]. – М., 2008. – 159 с.

2 Колосков М.М., Долбенко Е.Т, Коширский Ю.В.Марочник сталей и сплавов. М.: Машиностроение, 2001. – 627с.

3 Коротков В. А., д-р техн. наук, Михайлов И. Д., канд. техн. наук ООО Композит/ Наплавка плунжеров насосов высокого давления. Сварочное производство 2012. №4. стр. 34–38.

4 Дедюх Р.И. Технология сварки плавлением: Издательство Томский Политехнический Университет, 2015. – 170с.

5 Проволока ПП–АН–180МН [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://www.severstalmetiz.com/catalogue/1815/1918/5649/document5665o.shtml> (дата обращения 7.04.2019)

6 Костин А.М. Сварочные материалы – «НУК», 2004. – 225 с.

7 Шумаков Ю.Н. Организация, нормирование и оплата труда на предприятиях М: КолосС, 206 – 304 с.

8 Полуавтомат ПДГО–570–4К (серия 1) с выпрямителем Форсаж–502[Электронный ресурс]–режим доступа к ст.: <http://www.seveko.ru/catalog/02-mig-mag/invertornye-svarochnye-poluavtomaty-perenosnoi-mpp-/pdgo-570-4k-c-forsadj-502.html> (дата обращения 3.04.2019)

9 Маслов Б. Г. Неразрушающий контроль сварных соединений и изделий в машиностроении: Учеб. пос. для вузов. – М.: Академия, 2008. – 272 с.

10 Контроль качества сварки [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://www.svarkainfo.ru/rus/lib/quolity/welddefect1/> (дата обращения 21.04.2019)

11 Контроль качества наплавленного металла [Электронный ресурс]–режим доступа к ст.:

http://www.autowelding.ru/publ/professionalno_o_pajke/naplavochnye_raboty_kontrol_kachestva_naplavki/kontrol_kachestva_naplavlennogo_metalla/33-1-0-474 (дата обращения 15.04.2019)

12 Видяев И.Г., Серикова Г.Н., Гаврикова Н.А., Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение// Методические указания Издательство Томского политехнического университета 2014 – 36с.

13 Скворцова Ю. В. Практикум по организации и планированию машиностроительного производства. Производственный менеджмент // учебное пособие / Под ред. — М: Высшая школа, 2017. — 431 с.

14 Сварочный выпрямитель ВДУ–506С [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://www.tss-s.ru/32610> (дата обращения 9.04.2019)

15 Сварочный полуавтомат ПДГ–508М [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://novosibirsk.tiu.ru/p158122521-pdg-508m.html> (дата обращения 10.04.2019)

16 Сварочный полуавтомат КИГ 601 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.:

http://saratov.pulscen.ru/products/svarochny_poluavtomat_kig_601_ukraina_23084228 (дата обращения 12.04.2019)

17 Куликов О. Н. Охрана труда при производстве сварочных работ. : Академия, 2006г. – 176 с.

