

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы»

(наименование кафедры)

15.03.01 «Машиностроение»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

«Оборудование и технология сварочного производства»

(направленность (профиль)/специализация)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему «Технология восстановления балансира тепловоза ТЭМ2»

Студент	<u>Д.А. Меркулов</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
Руководитель	<u>К.В. Моторин</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
Консультанты	<u>В.Г. Виткалов</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
	<u>И.В. Краснопевцева</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
	<u>А.Н. Москалюк</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор, В.В. Ельцов

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

_____ (личная подпись)

« _____ » _____ 20 _____ г.

АННОТАЦИЯ

Цель бакалаврской работы - повышение производительности и качества при восстановлении изношенного балансира.

Чтобы достичь поставленной цели в бакалаврской работе были решены следующие задачи:

выбран способ наплавки механизированной сваркой; подобрана присадочная проволока; выбрано оборудование, необходимое для осуществления процесса механизированной наплавки; разработана технология восстановления механизированной наплавкой; обеспечена безопасность и экологичность предложенных технических решений; экономически обоснованы результаты бакалаврской работы.

Восстановление деталей почвообрабатывающей техники выполняется, как правило, в условиях малых ремонтных предприятий и достаточно устаревшими методами – дуговой наплавкой штучными электродами.

В данной работе низкопроизводительная технология наплавки штучными электродами заменена механизированную наплавку. Выполнен анализ опасностей и вредностей для рабочих, сопутствующих данной замене, выполнены требуемые расчеты экономических характеристик предлагаемой замены.

В пояснительную записку включено 57 страниц, 6 рисунков, 11 таблиц. В графическую часть работы входят 4 листа формата А1 и 1 лист формата А0.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 Анализ исходных данных и известных технических решений.....	6
1.1 Описание конструкции балансира и условий его эксплуатации.....	6
1.3 Анализ материала из которого изготовлен балансир.....	8
1.4 Анализ базового технологического процесса	8
1.5 Анализ недостатков базового техпроцесса и путей их преодоления....	13
1.5 Задачи бакалаврской работы.....	17
2 Разработка технологии механизированной наплавки.....	18
2.1 Выбор наплавочного материала.....	18
2.2 Разработка технологии механизированной наплавки балансира.....	26
3 Выбор оборудования для механизированной наплавки	28
4 Безопасность и экологичность проекта.	31
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта.	31
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	33
4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков	35
4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта.	36
4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта	37
Заключение по разделу.....	37
5 Экономическая эффективность проекта.....	39
5.1 Исходные данные для экономического обоснования	40
сравниваемых вариантов	40
5.2 Определение норм штучного времени.....	41
5.3. Капитальные вложения в оборудование	43
5.4 Определение себестоимости двух вариантов.....	46
5.5 Цеховая себестоимость	50
5.6 Заводская себестоимость	50

5.7 Расчет экономической эффективности проекта.....	51
Выводы по экономическому разделу.....	53
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	54
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	55

ВВЕДЕНИЕ

Железнодорожный транспорт существует с 1837 года. Это обширное хозяйство, занимающее важное место в экономике страны. Он осуществляет перевозку и грузов и пассажиров. Конечно, существуют и другие виды транспорта. Но, если взять статистику за 2014 год, то по железным дорогам России было перевезли 90 % всего произведенного в стране угля, 74 % дизельного топлива, 70 % бензина, 47 % цемента. С другой стороны, в прошлом году ориентировочная стоимость нового электровоза или тепловоза находилась в пределах 130-150 млн. рублей. Поэтому работы, направленные на обслуживание подвижного состава, его ремонт, являются актуальными.

Так, тележка локомотива и ее узлы эксплуатируются при больших нагрузках в жёстких климатических условиях, под воздействием агрессивных сред околопутного пространства. К механическому и коррозионному воздействию на узлы тележки действует электроэрозионное и другие виды воздействий. Поэтому в локомотивном депо АО "СИБУР-Транс" много внимания уделяют технологиям восстановления и ремонта узлов и деталей тележки. Однако, несмотря на старания руководства обеспечить ремонтниов передовыми технологиями, на некоторых операциях, восстановления изношенного балансира тележки, например, применяются устаревшие технические решения, не обеспечивающие высокой производительности и качества восстановленного изделия.

Цель настоящей работы – повышение качества и производительности на операции восстановления изношенного балансира тележки.

1 Анализ исходных данных и известных технических решений

1.1 Описание конструкции балансира и условий его эксплуатации

Тепловоз серии ТЭМ2, рисунок 1.1, относится к самым массовым маневровым тепловозам в СССР, а затем и в России. Так получилось, что в АО "СИБУР-Транс" именно этот тепловоз составляет свыше 90% парка маневровых тепловозов. Однако проектирование тепловоза начали еще в 1959 году, а в серию он пошел в 1963 году. Выпускали его в Ворошиловграде и в Брянске. В АО "СИБУР-Транс" эксплуатируются и сравнительно новые тепловозы, так выпуск модификации ТЭМ2УМТ был начат в 2013 году в Астрахани.



Рисунок 1.1 – Тепловоз ТЭМ-2

Тем не менее, все тепловозы нуждаются в техническом обслуживании и, по мере надобности, в ремонте. Ранее было указано, что в наиболее

тяжелых условиях эксплуатируются тележки, поэтому их ремонту уделяется максимальное внимание.

В тележке, устанавливаемой на тепловоз ТЭМ2, рисунок 1.2, балансир 8 нагружает колесную пару, передавая нагрузку от подвесок 14 на колесную пару.

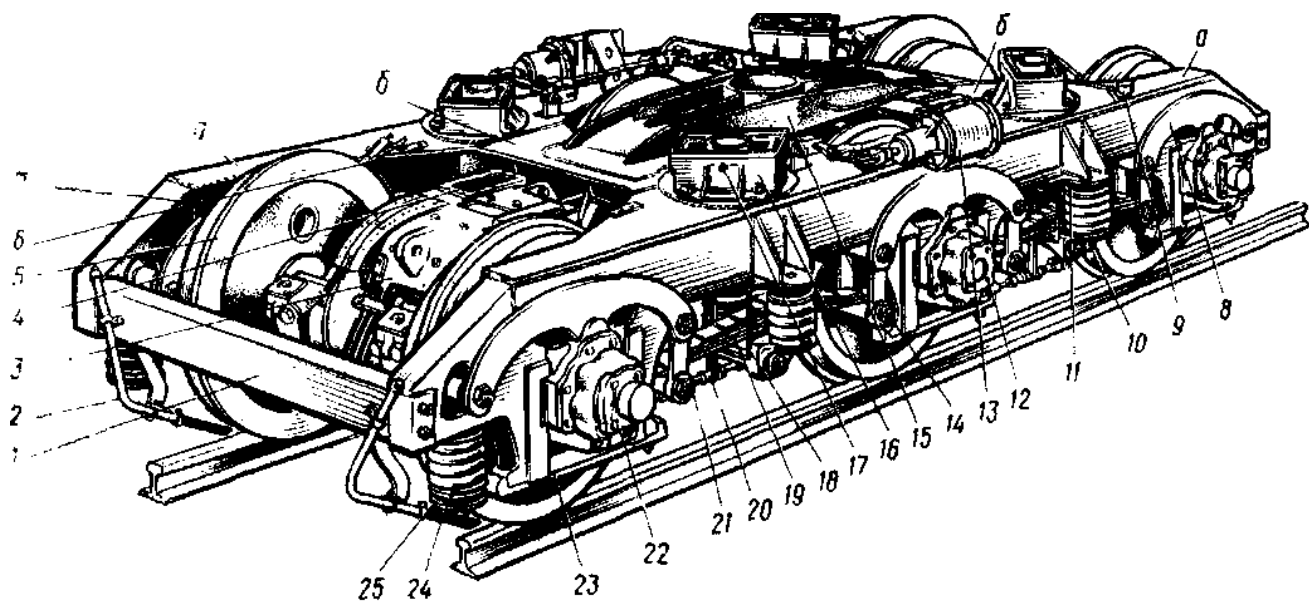


Рисунок 1.2 - Общий вид тележки

Балансир представляет из себя кованый брус серповидной формы, рисунок 1.3, с двумя отверстиями. Расстояние между центрами отверстий 950 мм.

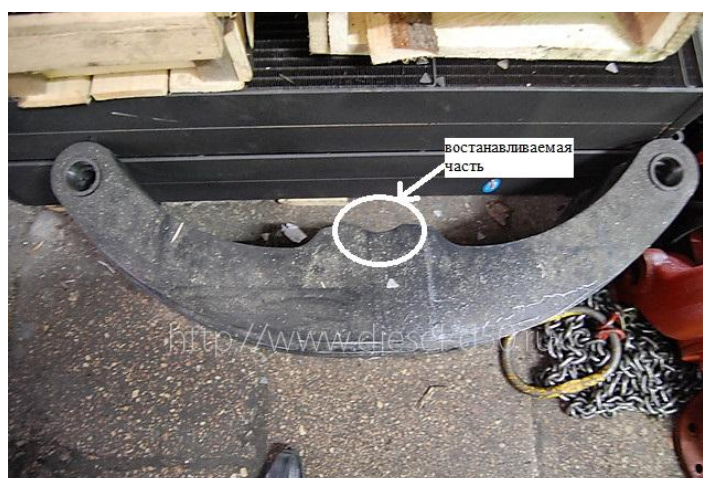


Рисунок 1.3 – Балансир

По центру балансира выполнен подпятник, взаимодействующий с опорой балансира, рисунок 1.4.



Рисунок 1.4 – Опора балансира

Применение балансирной системы связей колесных пар с рамой тележки обеспечивает перераспределение горизонтальных сил, действующих от колесных пар на рельсы. Сила, действующая на рельсы от первой по ходу колесной пары, снижается, а от второй колесной пары возрастает.

1.3 Анализ материала из которого изготовлен балансир

Балансир выполнен из стали 4. Данная сталь содержит углерод в количестве 0,18-0,27%, элементы раскислители, кремний 0,05-0,15%, марганец 0,04-0,07%. Никель, хром и медь содержатся в количестве до 0,3%, и вредные примеси – сера и фосфор. При сварке и наплавке данной стали нормативные документы рекомендуют предварительный подогрев.

1.4 Анализ базового технологического процесса

В депо восстановление по базовой технологии балансира производится наплавкой дуговой штучными электродами. Внедряя базовую технологию на предприятии анализировали наплавочные электроды нескольких групп.

ГОСТ 10051-75 классифицирует электроды для наплавки поверхностного слоя на 44 типа. Некоторые электроды выпускают согласно технических условий предприятий-изготовителей.

По принятой системы легирования и по условиям эксплуатации наплавляемого металла наплавочные электроды могут быть условно разделены на 6 групп.

К первой группе относят электроды ОЗН-300М, ОЗН-400М, ОМГ-Н, ЦНИИН-4. Покрытие электродов данной группы основное. Сварка в нижнем положении.

Ко второй группе относятся электроды ОЗШ-2, ОЗШ-3, ОЗШ-7, ЭН-60М, ОЗИ-3. Покрытие основное,

Третья группа, электроды ОЗН-6, ОЗН-7, ОЗН-7М, ВСН-6, ЭНУ-2, Т-590, Т-620. Характерным является содержание в указанных электродах углерода в стержнях свыше 0,7%, так как условия эксплуатации требуют высокой твердости покрытия.

Четвертая группа – электроды ОЗИ-5, ОЗИ-6. Наплавка в нижнем положении постоянным током обратной полярности, покрытие специальное. В наплавленном металле электрода ОЗИ-5 около 9% молибдена и 19% кобальта. В наплавленном металле электрода ОЗИ-6 около 7,5% молибдена, 4% хрома, 2% вольфрама и углерода свыше 1%.

К пятой группе относятся электроды ЦН-6Л, ЦН-12М, Электроды ЦН-6Л предназначены для наплавки уплотнительных поверхностей деталей арматуры котлов, температура эксплуатации которых достигает 570°С при давлении до 78 МПа. Покрытие электродов основное. Стержень содержит 16% хрома, 5% кремния и 8% никеля. Наплавку такими электродами следует выполнять в нижнем положении постоянным током обратной полярности.

Температура службы наплавленных слоев, наносимых электродом ЦН-12М, до 700°С. Слой, наплавляемый данным электродом, кроме хрома, никеля, кремния содержит 6% молибдена и 4% марганца. Поэтому наплавленный слой еще устойчив к задиранию. Наплавку такими

электродами следует выполнять в нижнем положении постоянным током обратной полярности.

К шестой группе относят электроды ОЗШ-6 и ОЗШ-8. Электроды ОЗШ-6 предназначены для наплавки оборудования, эксплуатируемого при тяжелых температурно-деформационных условиях (до 950°C). Наплавка деталей из закаливаемых сталей должна производиться после предварительного и при сопутствующем подогреве до температур 300-450°C (нижнее значение - для штамповых сталей типа 5ХНМ). Наплавку выполняют при минимальном тепловложении, вразброс, отдельными участками. Наплавку данными электродами следует выполнять в нижнем положении постоянным током обратной полярности. Покрытие основное. Наплавленный слой содержит 33% хрома, 10% никеля и молибден 2,5%.

Электроды ОЗШ-8 применяют для наплавки высоконагруженной кузнечно-штамповой оснастки горячего деформирования и деталей металлургического оборудования (геометрия таких деталей сложная, жесткость высокая), температура эксплуатации которых может достигать 1100°C. Наплавленный слой по содержанию легирующих компонентов почти такой же, как у электродов ОЗШ-6, несколько большее содержание молибдена. Наплавку электродами ОЗШ-8 следует выполнять в нижнем и наклонном положении постоянным током обратной полярности.

Таким образом, анализ показывает, что из перечисленных групп для наплавки изношенной поверхности балансира лучше выбрать

Наиболее характерной и специфической операцией при ремонте и восстановлении является очистка деталей от различных загрязнений. Высокое качество очистки позволяет повысить производительность труда рабочих, занятых в ремонте и восстановлении, повысить качество ремонта и восстановления и, как следствие, долговечность и надежность отремонтированных и восстановленных деталей, узлов, машин. Также качество очистки оказывает влияние на культуру производства ремонтного и восстановительного участка.

Базовая технология восстановления изношенной поверхности балансира, применяемая АО "СИБУР-Транс", предусматривает применение наплавки электрической дугой. Наплавка осуществляется штучными электродами ОЗН-250У. Покрытие электродов основное, проволока применяется Св-08А. Предназначены электроды для наплавки на детали из углеродистых и низколегированных сталей, которые изнашиваются от трения по металлу, и в процессе эксплуатации на них действуют интенсивные ударные нагрузки. Наплавку следует выполнять в нижнем положении, ток постоянный обратной полярности. Определенные удобства создает возможность применения при наплавке электродами ОЗН-250У переменного тока.

Одной из особенностей применения таких электродов является требование хорошей подготовки поверхности. Наличие оксидов металла может привести к пористости.

Первой операцией базового технологического процесса является дефектация демонтированных балансиров. Выполняется измерение величины износа, с помощью визуального осмотра на изношенной поверхности определяется наличие раковин, трещин. Затем нуждающиеся в наплавке поверхности и прилегающие участки шириной более 10 мм зачищают от грязи, заусенцев и пр. Рабочий передает изношенные изделия на пост наплавки.

В качестве источника питания сварочной дуги на посту установлен выпрямитель сварочный ВД-301. Номинальное рабочее напряжение выпрямителя – 30 В; номинальный ток – 315 А. Сварочный ток может регулироваться в пределах – 40...315 А. Внешняя характеристика выпрямителя падающая; масса выпрямителя – 230 кг. Для регулировки тока на посту установлен реостат балластный РБ. Помимо оборудования для сварки на посту находится вытяжная местная вентиляция, стол сварщика, ограждения светонепроницаемыми экранами от других производственных участков.

Изделие устанавливается на стол сварщика таким образом, чтобы положение было нижнее. Производится зачистка металлической щеткой восстанавливаемой поверхности.

При наплавке сила тока принимается 140-160 А, для диаметра электрода 4 мм. Наплавка ведется валиками, от центральной части к периферии балансира, валики накладываются перпендикулярно оси балансира, поочередно, слой слева от наплавленного металла, слой справа. Длина дуги не более величины диаметра электрода. Ширина наплавляемого валика не более 3-х диаметров электрода. Последующий наплавляемый валик должен перекрывать наплавленный ранее на 1/3 его ширины.

Контролируют наплавленные поверхности по всей площади на предмет наличия поверхностных дефектов. Таких как трещины, шлаковые включения, несплавления.

Механическую обработку наплавленного слоя производят на фрезерном станке до гладкого состояния. Обработку производят на фрезерном станке 1К62Ф3С. Применяют фрезу Р6М5. Подача составляет при 0,6...0,9 мм/об и скорость резания 90...110 м/мин.

По окончании механической обработки выполняется визуально-измерительный, капиллярный контроль, контроль твердости наплавленного слоя. Для проведения капиллярного контроля используют набор ДМК-4. На обработанную поверхность наплавленного слоя наносят слой специальной подкрашенной проникающей жидкости, выдерживают 20-15 минут, смывают жидкость 50%-ным раствором кальцинированной соды, и наносят на поверхность слой проявляющей суспензии. Для лучшего выявления дефектов осмотр выполняют дважды. Через 5 минут и через 25 минут. Если восстановленная поверхность соответствует требованиям, то детали отправляют на сборку. Для контроля твердости применять твердомер ТПБ-1580-МШ.

1.5 Анализ недостатков базового техпроцесса и путей их преодоления

Цель настоящей работы можно достичь выбрав способ наплавки, обеспечивающий заданные характеристики качества балансира и высокую производительность.

Анализ базовой технологии, применяемой для восстановления балансиров в в локомотивном депо АО "СИБУР-Транс" показал, что у нее имеются недостатки. Поскольку остается огарок электрода, даже если применяются не самодельных электрододержатели, получается большой расход дорогостоящего присадочного материала. При наплавке сварщик должен контролировать подачу электрода, причем, так, чтобы длина дуги не превышала допустимых пределов. При наплавке сварщик выполняет контроль положения дуги (сварочной ванны) относительно наплавленного соседнего валика. И еще, сварщик должен обеспечивать требуемую скорость перемещения электрода вдоль оси наплаваемого валика (скорость сварки). С учетом необходимости контроля большого количества параметров технологии наплавки, сварщик не может обеспечить высокую производительность процесса.

Кроме того, от квалификации сварщика зависит и качество сварного соединения и производительность: насколько быстро сварщик зажжет дугу, уверенно поддерживает требуемую длину дуги, обеспечивает равномерность перемещения дуги при наложении валика. Иногда сварщику приходится выполнять дополнительные движения электрода в процессе наплавки, в основном, колебательные. Кроме того, все манипуляции сварщик должен выполнять так, чтобы обеспечить хорошее формирование наплаваемого слоя.

Для устранения недостатков проанализированного способа можно применить варианты механизации способа дуговой сварки или применить принципиально новые технологии нанесения покрытий на изношенную поверхность балансира.

Поэтому анализируем научные работы, в данной области, чтобы

внедрить передовые технические решения.

В работе «Совершенствование технологии наплавки крановых колес» учеными была поставлена цель – снизить потери материала при эксплуатации крановых колес.

Разработанная экспериментальная наплавочная проволока Нп-18Х2Г2, по замыслу ученых должна повышать характеристики твердости наплавленного металла до значений, совпадающих с твердостью сорбитизированного колеса. Износостойкость изучали на машине трения МИ-8. В качестве схемы исследований принимали схему диск — колодка (рисунок 1.5) без применения смазки. Колодку изготавливали из рельса Р43. Материал рельса сорбитизированная сталь 70, твердостью 280 НV. Диск изготавливали из сорбитизированной колесной стали 65Г. Твердость диска 314 НV. Исследовали также диск с наплавленной поверхностью проволоками Нп-18Х2Г2 и Нп-30ХГСА.



Рисунок 1.5 - Образцы для испытания на трение. Диск и колодка.

Исследования проводили в 4 этапа, длительность каждого этапа принимали 5 мин: первые три этапа нагрузка на диск составляла 20 кг на четвертом этапе нагрузку увеличивали до 30 кг. Суммарное время испытаний для каждой исследуемой пары составляло 20 мин. Каждый этап испытаний завершали контрольным взвешиванием образцов и определением величины износа.

Результаты исследований позволили установить, что у крановых колес, для восстановления которых применяли наплавку проволокой Нп-18Х2Г2, износостойкость, при испытаниях на трение, почти вдвое превышает, износостойкость колес, для наплавки которых применяли

проволоку Нп-30ХГСА, и в десять раз превышала износостойкость сорбитизированной стали 65Г.

Установлено, что срок службы колес, которые были восстановлены наплавкой проволокой Нп-18Х2Г2, возрастает в 2,3—3,1 раза. Причем, при наплавка проволокой Нп-18Х2Г2 не требуются дополнительные технологические мероприятия, чтобы предупредить появление трещин.

Показано, что наплавленные проволокой Нп-18Х2Г2 колеса, хотя и обладают более высокой износостойкостью, но не только не ведут к быстрому изнашиванию рельсов, но износ рельсов, при трении о наплавленный проволокой Нп-18Х2Г металл, снижается до 10 раз по сравнению с трением о сорбитизированную сталь 65Г, и сопоставим с износом при трении о металл, наплавленный присадочной проволокой Нп-30ХГСА.

Цель работы «Расчет структуры наплавленного слоя на деталях задвижек нефтегазовой арматуры высокого давления» - повысить стабильность качества при восстановлении наплавкой за счет математического моделирования процесса наплавки.

Теоретические методы исследований в работе дополнялись экспериментальными. Сварку образцов и исследования микроструктуры выполняли по стандартным методикам.

Применение наплавки порошковыми проволоками в углекислом газе требует подробно изучить особенности переноса присадочного металла, от электрода к сварочной ванне, взаимодействие фаз. Результаты расчетов по разработанным моделям позволяют определить износостойкость сплава.

В работе «Применение плазменной наплавки для упрочнения клапанов двигателей внутреннего сгорания» была поставлена цель – увеличить срок службы клапанов ДВС.

В качестве присадки применяли гранулированные металлические порошки, подаваемые в плазмотрон транспортирующим газом при помощи специального питателя.

Увеличение производительности плазменной наплавки при введении в столб дуги порошкообразного материала транспортирующим газом возможно за счет увеличения тепловой мощности дуги, или путем более эффективного нагрева порошкообразного материала в дуге. Особенности плавления присадки и основного металла в процессе плазменной наплавки позволяют регулировать в широком диапазоне соотношение между тепловой мощностью дуги, количеством и температурой подаваемого в сварочную ванну присадочного порошка. Меняя данное соотношение, можно минимально проплавливать основной металл.

Опыт практического использования показал, что плазменно-порошковая наплавка повышает качество, надежность и долговечность наплавленных деталей, улучшает условия труда. Увеличение производительности труда составляет 50-70% сокращение расхода наплавочного материала 30-50% и до 50% сокращение расхода электроэнергии, если сравнивать с ручной наплавкой.

В работе «Повышение износостойкости колес вагонов дуговой наплавкой стали со структурой игольчатого феррита» было достигнуто повышение износостойкости колес вагонов путем наплавки слоя комплекснолегированной стали, что обеспечило межремонтный пробег свыше 500 тыс. км.

Увеличение износостойкости слоя, наплавленного на колеса комплекснолегированной порошковой проволокой, в пять-десять превышает износостойкость базовых деталей. Внедрение на вагоноремонтных предприятиях железных дорог РФ наплавочной порошковой проволоки ПП-АН180МН по ТУ 127400-002-70182818-05 позволило получить экономический эффект около 1,83 млрд. руб. в год.

Результаты анализа позволили сделать вывод о необходимости замены способа сварки штучными электродами на механизированную, причем, по результатам анализа работ ученых можно применить порошковую самозащитную проволоку.

1.5 Задачи бакалаврской работы

Целью данной работы является повышение качества и производительности на операции восстановления изношенного балансира тележки.

Анализ конструкции детали условий, при которых она эксплуатируется в составе тележки, базового технологического процесса восстановления наплавкой штучными электродами ОЗН-250У, позволяет выделить основной недостаток, низкую степень механизации и автоматизации процесса наплавки. Учитывая мелкосерийный характер производства в ремонтных мастерских локомотивного депо из различных вариантов механизации и автоматизации процесса дуговой сварки предпочтительно применение механизированной сварки самозащитной порошковой проволокой.

Следовательно, чтобы достичь поставленной в работе цели требуется решить следующие задачи:

- 1) Выбрать присадочные материалы и режимы сварки;
- 2) На основе сделанного выбора разработать технологический процесс механизированной наплавки;
- 3) Обеспечить безопасность и экологичность предложенных технических решений;
- 4) Провести экономическое обоснование предложенных решений.

2 Разработка технологии механизированной наплавки

2.1 Выбор наплавочного материала

В первом разделе работы были выявлены недостатки способа наплавки, применяемого при восстановлении балансира. Главный недостаток используемого метода ММА (ручная дуговая сварка штучными электродами) - необходимость контролировать сварщику множество параметров процесса. Получается, что качество соединения и производительность главным образом зависят от квалификации сварщика. Альтернативой применяемому варианту ручной дуговой сварки, по результатам анализа признан способ механизированной сварки порошковой проволокой.

Для разработки технологии наплавки лемеха плуга механизированным способом выберем сначала сварочные материалы.

При разработке технологического процесса наплавки важной является задача выбора присадочных материалов. Необходимо помнить, что марка присадочного материала определяет химический состав наплавленного металла и, соответственно, механические свойства и эксплуатационные свойства сварного шва. Поэтому задача выбора присадочных материалов должна учитывать условия эксплуатации в данном случае лемеха плуга.

Следовательно, при выборе сварочных материалов необходимо учитывать следующее:

- выбранный способ наплавки;
- химический состав металла балансира;
- условия эксплуатации балансира.

Способ сварки, выбранный по результатам анализа оказывает основное влияние на выбор видов требуемых для его реализации сварочных материалов. Для выбранного по результатам анализа способа наплавки - механизированная самозащитной проволокой, можно указать один вид сварочных материалов - проволока электродная.

При выборе типа и марки сварочных материалов в общем случае следует стремиться к совпадению химического состава свариваемого металла и наплавленного металла, т.к. при этом может быть достигнута равнопрочность основного металла и металла шва, и обеспечена высокая коррозионная стойкость сварного шва.

Необходимо помнить, что не всегда совпадает химический состав присадочного металла и химический состав металла шва. Это происходит потому, что при сварке активно протекающие металлургические процессы в сварочной ванне, могут привести к отличию конечного химического состава металла шва от химического состава присадочного металла. Часть элементов может выгореть, часть после химических реакций может перейти в шлак и т.д.). Поэтому выбор присадочного материала по химическому составу следует производить после анализа химического состава наплавленного металла.

Значительную роль при выборе присадочных материалов играют условия, при которой эксплуатируется сварная конструкция, такие как рабочая температура, рабочее давление и т.п. При разных условиях эксплуатации хорошая работоспособность наплавленного слоя будет обеспечиваться разными по химическому составу наплавочными материалами.

Следует помнить, что химический состав металла шва не всегда совпадает с химическим составом электродного металла или присадочного металла. При выполнении сварного шва в расплавленном металле сварочной ванны энергично протекают металлургические реакции, следствием которых является отличие химического состава закристаллизовавшегося металла шва от химического состава присадочного металла. В ходе металлургических реакций выгорает часть элементов, некоторые из них, в результате проходящих металлургических реакций переходит в шлак и т.д.). Поэтому выбирают присадочный материал того или иного химического состава основываясь на данных анализа химического состава наплавленного металла.

Выбирая сварочный материал химическому составу также следует помнить о том, что необходимо учитывать комплексное взаимодействие сварочных материалов при формировании сварного соединения. В этом случае можно обоснованно назначить сочетание сварочных материалов: защитный газ – проволока; флюс-проволока, и т.д. Так как одна и та же проволока но при взаимодействии с разными флюсами даст разные химические составы наплавленного металла. Аналогичные проблемы и при выполнении сварных швов в среде защитных газов. Так, при сварке в активных газах, углекислого, например, выгорают некоторые химические элементы. При сварке той же проволокой в среде инертных газов указанное выгорание практически отсутствует. Поэтому, чтобы при выполнении сварного шва в разной защитной газовой среде был обеспечен одинаковый химический состав наплавленного металла необходимо при сварке в активных газах использовать присадочный материал более легированный, чем при сварке в инертных газах.

Значительно влияют на выбор сварочных материалов и условия при которых конструкция эксплуатируется, рабочая температура, например, рабочее давление и другие. При разных условиях эксплуатации к сварным швам предъявляют разные требования к свойствам, и, соответственно к его химическому составу. Например, если химический состав среды предъявляет высокие требования к стойкости при межкристаллитной коррозии, то необходимо применение специальных сварочных материалов, более легированных и дорогих.

Для квалифицированного подбора наплавочного материала можно рекомендовать применение систем искусственного интеллекта, экспертных систем. Например, экспертной системы «ASWARE». С экспертными системами мы познакомились при изучении дисциплины «САПР в сварке». Экспертные системы относят к системам искусственного интеллекта. Экспертные системы предназначены для автоматизации задач и процессов принятия решений. В нашем случае речь идет о выборе из большого

многообразия наплавочных материалов. Каждый из них обладает высокой стойкостью в определенных условиях эксплуатации восстанавливаемого изделия. Кроме того, должны быть учтены особенности взаимодействия наплавленного металла с основным материалом. Поэтому для выполнения поставленной задачи рекомендовано привлечь экспертную систему.

Создание экспертных систем для разработки технологий наплавки особенно актуально для случая наплавки. Проблема заключается в том, что в большинстве случаев свойства и состав наплавленного слоя должны быть адаптированы к условиям эксплуатации, и возможно это, если они отличаются от свойств подложки. При выборе состава наплавленного слоя следует учитывать химический состав материала, на который производится наплавка, геометрические параметры этой детали, величина изношенного слоя и его характер, условия эксплуатации наплавляемой детали, необходимость в предварительном или сопутствующем подогреве. В сочетании с необходимостью выбора наплавочного материала по минимальной цене, учета возможности последующей механической обработки можно отнести задачу выбора наплавочного материала к задачам проектирования, требующим при решении как анализа, так и синтеза процесса.

В Тольяттинском государственном университете экспертная система ASWARE, установлена в секции «Оборудование и технология пайки» кафедры СОМДиПП. Разработчик экспертной системы Институт электросварки имени Патона (Украина). Экспертная система ASWARE предназначена для проектирования технологии наплавки разнообразной номенклатуры деталей, изношенные поверхности которых требуют восстановления наплавкой. Общее их число в системе составляет свыше 500 деталей, для разных отраслей машиностроения.

По сходным условиям работы и изнашивания в ASWARE наплавляемые детали объединены в 42 группы. Поэтому возможны два варианта поиска подходящего наплавочного материала:

- 1) по условиям работы и видам изнашивания, характерным для данной группы деталей;
- 2) заданием индивидуальных условий работы и видов изнашивания конкретной детали.

Поскольку в нашем случае необходимо обеспечить максимально возможное увеличение продолжительности срока службы балансира, то производим поиск наплавочного материала по второму пути.

При определении способов наплавки программа руководствуется химическим составом наносимого материала, пространственным расположением поверхности, подлежащей наплавке, габаритами наплавляемой детали. В нашем случае способ наплавки задан – это дуговая сварка плавящимся электродом порошковой проволокой.

Начиная работу с системой указываем группу деталей, к которой относится лемех плуга. Анализ имеющихся групп и их характеристик позволяет отнести детали к группе №24. Это детали автосцепок, подрессорные балки, опорные плиты вагонов. Виды изнашивания данной группы усталостное, при заедании.

После выбора группы №24 появляется поле с пиктограммами. Среди пиктограмм выбираем ту, на которой геометрия рисунка совпадает с геометрией балансира и с клавиатуры вводим размеры детали.

Затем программа предоставляет возможность выбора группы металла изделия. В программе нет возможности ввода химического состава детали. Из предложенного меню выбираем сталь нелегированную или низколегированную, содержащую 0,4% углерода. Из последующего меню выбираем пункт “условия работы и виды изнашивания задаются”. База наплавочных материалов экспертной системы содержит сведения и характеристики о 230 наплавочных материалах.

Задаем следующие условия работы и виды изнашивания:

Виды трения – трение скольжения;

Давление в контакте – менее 50-150 МПа;

Вид нагрузок – постоянные, с ударами малой интенсивности;

Контртело – металл;

Температура контртела – от 10 до 150°С;

Среда – некоррозионная

Температура среды - от 10 до 150°С;

Давление среды – атмосферное;

Виды изнашивания – усталостное, при заедании.

Программа, проведя анализ введенной информации о геометрических размерах изделия, материале изделия, условиях эксплуатации изделия предоставляет пользователю список наплавочных материалов.

Проводим анализ материалов предложенных экспертной системой в зависимости от конкретных производственных условий и эксплуатационных требований, предъявляемых к деталям. В данном анализе учитываем механические характеристики наплавленного металла, необходимость термообработки, наличие требуемого парка металлорежущего оборудования и оснастки. Проведение данного анализа облегчается машиной за счет предоставления дополнительного окна с информацией о химическом составе наплавляемого материала, его механических свойствах и сварочно-технологических характеристиках.

Химический состав предлагаемых машиной материалов следующий.

Проволока ПП-Нп-30Х2Г3Ю: С - 0,3 %; Si - 2 %; Mn – 3,5 %; Cr – 2,5 %; Al – 1,2 %.

Проволока ПП-Нп-30Х4Г2М: С - 0,3 %; Si - 0,8 %; Mn - 2 %; Cr - 4 %; Мо - 0,8 %; Ti - 0,2 %.

Проволока ПП-Нп-30Х5Г2СМ: С - 0,3 %; Si - 0,8 %; Mn - 2 %; Cr - 5 %; Мо - 0,8 %; Ti - 0,2 %.

Проволока ПП-Нп-40Х4Г2СНМТФ: С – 0,4 %; Si - 1,0 %; Mn – 1,8 %; Cr - 4 %; Ni - 1%; Мо - 1 %; Ti - 0,3 %; V - 0,3 %.

Проволока ПП-Нп-25Х9Г9Р: С – 0,25 %; Mn – 9,5 %; Cr – 9,5 %; Ti - 0,2 %; В - 0,9 %.

Проволока Нп-45Х2В8Т: С -0,4-0,5 %; Si -0,4-0,7 %; Mn -1,0-1,4 %; Ni - ≤ 0,6%; Cr -2,2-3,0 %; W -8,0-9,5 %; V -0,3-0,5 %.

Сварочно-технологические характеристики проволоки ПП-Нп-30Х2Г3Ю следующие: Коэффициент наплавки составляет 23 г/Ач;

Расход наплавочного материала на 1 кг нанесенного слоя -1,05 кг.

Формирование наплавленного металла -хорошее

Склонность к образованию трещин -умеренная

Твердость после наплавки HRC -40...46

Твердость после отпуска HRC -47...50

Обрабатываемость наплавл. металла - резанием удовлетворительная.

Эксплуатационные характеристики проволоки ПП-Нп-30Х2Г3Ю следующие: стойкость при абразивном изнашивании – средняя; при заедании – средняя; термоусталость – высокая.

Сварочно-технологические характеристики проволоки ПП-Нп-30Х4Г2М следующие: Коэффициент наплавки составляет 23 г/Ач

Расход наплавочного материала на 1 кг нанесенного слоя - 1,05 кг.

Формирование наплавленного металла - хорошее

Склонность к образованию трещин - умеренная

Твердость после наплавки HRC - 47...51

Обрабатываемость наплавл. металла - шлифованием.

Эксплуатационные характеристики проволоки ПП-Нп-30Х4Г2М следующие: стойкость при абразивном изнашивании - средняя

при окислительном изнашивании - высокая

при заедании - средняя

термоусталость - высокая

сопротивление ударным нагрузкам - высокое.

Сварочно-технологические характеристики проволоки ПП-Нп-30Х5Г2СМ следующие: Коэффициент наплавки составляет 23 г/Ач

Расход наплавочного материала на 1 кг нанесенного слоя - 1,05 кг.

Формирование наплавленного металла - хорошее

Склонность к образованию трещин - умеренная

Твердость после наплавки HRC - 47...51

Твердость после термообработки HRC - 46...52

Обрабатываемость наплавл. металла - шлифованием.

Эксплуатационные характеристики проволоки ПП-Нп-30Х5Г2СМ следующие: при абразивном изнашивании - высокая
при окислительном изнашивании - очень высокая
при заедании - средняя
термоусталость - высокая
сопротивление ударным нагрузкам - высокое.

Сварочно-технологические характеристики проволоки ПП-Нп-40Х4Г2СНМТФ следующие: Коэффициент наплавки составляет 12 г/Ач;
Расход наплавочного материала на 1 кг нанесенного слоя - 1,15 кг.
Формирование наплавленного металла - хорошее
Склонность к образованию трещин - повышенная
Твердость после наплавки HRC - 40...44
Твердость после наклепа HRC - 48...56
Твердость после закалки HRC - 60...62
Обрабатываемость наплавленного металла - резанием плохая.

Эксплуатационные характеристики проволоки ПП-Нп-40Х4Г2СНМТФ следующие: при заедании - средняя
термоусталость - средняя
сопротивление ударным нагрузкам - низкое.

Сварочно-технологические характеристики проволоки ПП-Нп-25Х9Г9Р следующие:

Коэффициент наплавки составляет 16 г/Ач

Расход наплавочного материала на 1 кг нанесенного слоя - 1,15 кг;

Формирование наплавленного металла - хорошее

Склонность к образованию трещин - повышенная

Твердость после наплавки HRC - 50...56

Обрабатываемость наплавл. металла - шлифованием.

Эксплуатационные характеристики проволоки ПП-Нп-25Х9Г9Р следующие: при заедании - высокая
при ударноабразивном изнашивании - средняя
при гидроабразивном изнашивании - средняя
коррозионная стойкость - средняя.

Сварочно-технологические характеристики проволоки Нп-45Х2В8Т следующие:

Коэффициент наплавки составляет 11 г/Ач;

Расход наплавочного материала на 1 кг нанесенного слоя - 1,05 кг;

Формирование наплавленного металла хорошее;

Склонность к образованию трещин – повышенная;

Твердость после наплавки HRC - 40...46.

Эксплуатационные характеристики проволоки Нп-45Х2В8Т следующие: при абразивном изнашивании средняя; при окислительном изнашивании высокая; при заедании средняя; термоусталость высокая.

Таким образом, с учетом химического состава металла балансира и изнашивания при эксплуатации следует выбрать порошковые проволоки с большим содержанием марганца. Это может быть проволока ПП-Нп-25Х9Г9Р.

Порошковая проволока марки ПП-Нп-25Х9Г9Р предназначена для автоматической и полуавтоматической наплавки открытой дугой деталей, работающих в условиях абразивного изнашивания. Рекомендуется для наплавки на постоянном токе обратной полярности.

2.2 Разработка технологии механизированной наплавки балансира

Операции очистки и дефектации балансира не изменяются, в сравнении с описанной ранее базовой технологией. Температура предварительного подогрева меняется до 220-280°C.

Для наплавки балансиров применяем механизированную сварку проволокой ПП-Нп-25Х9Г9Р диаметром 2,2 мм. Сила сварочного тока составляет 210—240 А. Напряжение дуги — 24—27 В. Скорость наложения валика 18-23 м/час. Наплавку выполняем короткой дугой, ток постоянный, полярность обратная. При наплавке перегрев наплавленного слоя не допускается. Для этого выполняем наплавку слоя отдельными валиками с последовательным охлаждением каждого валика. При этом, контролируем чтобы температура балансира, в целом, не уменьшилась 200°С.

Последовательность наложения валиков не изменяется. От наплавленных валиков – валик слева, валик справа.

Механическая обработка наплавленного слоя производится так же как и в базовой технологии.

Операции контроля остаются без изменений по сравнению с базовой технологией.

3 Выбор оборудования для механизированной наплавки

Параметры и свойства источника питания оказывают влияние на устойчивость горения дуги и стабильность режима сварки. Главным параметром источника питания является его внешняя вольтамперная характеристика. Она выражает зависимость между напряжением на выходе источника и силой сварочного тока. Применяемые на практике источники питания могут обладать крутопадающей, пологопадающей, жесткой характеристикой. Разные способы сварки требуют для своего осуществления источников тока с определенной внешней характеристикой. Для ручной электродуговой сварки штучными электродами источник должен обладать падающей характеристикой, обеспечивающей в случае короткого замыкания уменьшение напряжения до нуля. Это не дает возможности увеличения тока. С другой стороны, при возбуждении дуги, в условиях очень низкой силы тока величина напряжения на дуге увеличена. Другим преимуществом источников питания с падающей характеристикой является возможность увеличения длины дуги в разумных пределах сварщиком без ее обрыва, и уменьшения длины дуги без чрезмерного увеличения тока сварки.

Поскольку способ сварки в проектом варианте отличается от способа сварки базового варианта технологии - механизированная сварка - старое оборудование, выпрямитель ВС-300 Б, для его осуществления непригодно.

Выполнив анализ предлагаемого сварочного оборудования применительно к Самарской области выбираем полуавтомат AURORA SKYWAY 300, рисунок 3.1. Его характеристики по величине сварочного тока, до 350 А, нас устраивают. Длина шланга достигает 3 метра. Следует отметить, что это инверторный сварочный аппарат. Преимущества инверторных источников питания рассмотрим подробнее. В первую очередь это меньшая масса и габариты. Масса и габариты сварочных выпрямителей и источников питания переменного тока определяются, в основном, параметрами сварочного трансформатора. В свою очередь магнитопровод является его самой массивной и габаритной составляющей частью. Поэтому,

снизить массу и габариты источника питания можно, снизив размеры и вес магнитопровода.



Рисунок 3.1 – Аппарат сварочный AURORA SKYWAY 300

Для уменьшения массы трансформатора следует применить питающее напряжение повышенной частоты. Следовательно, Уменьшить массу и габариты источника питания дуги можно повысив частоту питания. На практике указанный технический прием осуществляют используя инверторы. В инверторах выполняется двойное преобразование:

- 1) переменное напряжение частоты 50 герц выпрямляется;
- 2) постоянный ток преобразуется в переменное высокой частоты.

На практике это реализовано так. Ток частоты 50 Гц проходит через выпрямитель, колебания выпрямленного тока сглаживаются. Затем сглаженный ток преобразуется модулятором обратно в высокочастотный (20-100 кГц) переменный.

Затем реализуется понижение напряжения и повышение тока до размеров, обеспечивающих процесс горения сварочной дуги. Такое преобразование обеспечивает уменьшение размеров понижающих трансформаторов. В инверторе, чтобы получить сварочный ток 160А,

достаточно трансформатора весом примерно 250 г. В традиционных сварочных аппаратах для такого тока требуется трансформатор весом 18 кг.

Вес аппарата AURORA SKYWAY 300 составляет 60 кг.

4 Безопасность и экологичность проекта.

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта.

Тема выпускной квалификационной работы: «Технология восстановления балансира тепловоза ТЭМ2.»

Участок ремонта тележек локомотивного депо АО "СИБУР-Транс" приведен на рисунке 4.1.

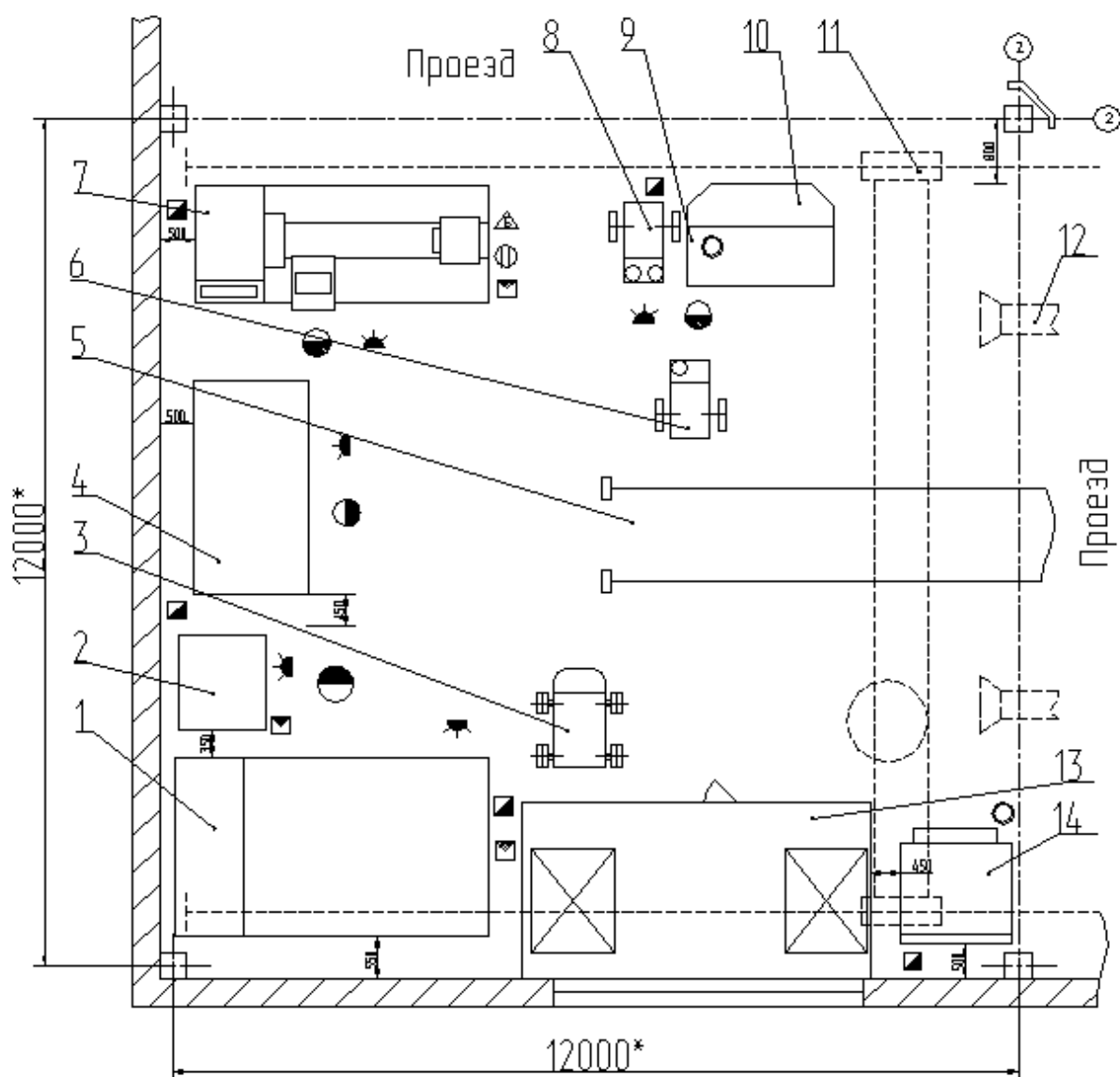


Рисунок 4.1 - Схема участка ремонта тележек

Спецификация оборудования участка представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 - Спецификация оборудования, инструментов для участка ремонта тележек.

№ позиции	Наименование оборудования, инструмента	Работы, операции, выполняемые на этом оборудовании или этим инструментом
1	Пост дефектации	Проведение дефектации
2	Шкаф для оборудвоания	Хранение производственного оборудования для ремонта тележек
3	Тележка инвентарная	Перемещение в пределах участка материалов и инструмента
4	Ванна ММА	Мойка ремонтируемых деталей и узлов
5	Рельсовый путь	Перемещение в пределах участка тележек
6	Аппарат газосварочный	Сварка и нагрев ремонтируемых деталей
7	Станок токарный	Точение заменяемых деталей
8	Аппарат сварочный AURORA SKYWAY 300	Сварка и наплавка
9	Стол для наплавки	Наплавка балансиров
10	Зонт вытяжной	Удаление вредных веществ
11	Кран-балка	Перемещение изделий, оборудования и оснастки в пределах производственного участка
12	Вентиляция приточная	Обеспечение воздухообмена
13	Пост выходного контроля	Контроль восстановленных изделий
14	Шкаф для вспомогательных материалов	

Таблица 4.2 - Технологический паспорт объекта

Наименование технологической операции, выполняемые работы	Должность работника, выполняющего данную технологическую операцию	Оборудование, устройства и приспособления, применяемые при выполнении технологической операции	Вещества и материалы, применяемые при выполнении технологической операции
1	2	3	4
1) подготовка поверхности	Слесарь-сборщик	1) щетка металлическая, 2) машинка угловая шлифовальная	1) ацетон технический 2) круг абразивный
2) предварительный подогрев	Рабочий на термических машинах	1) электропечь СНО 2) клещи 3) термомпара ХА 4) потенциометр КСП-4	-
3) выполнение наплавки предварительного слоя	Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах	AURORA SKYWAY 300	Проволока порошковая ПП-Нп-25Х9Г9Р

Продолжение таблицы 4.2

4) механическая обработка	Токарь	1) токарный станок 1К62Ф3С	1) фреза Р6М5 2) СОЖ "Укринал"
5) предварительный подогрев	Рабочий на термических машинах	1) электропечь СНО 2) клещи 3) термopара ХА 4) потенциометр КСП-4	-
6) наплавка последующих слоёв	Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах	AURORA SKYWAY 300	1) проволока порошковая ПП-Нп-25Х9Г9Р
7) механическая обработка	Токарь	1) токарный станок 1К62Ф3С	1) резец Р6М5 2) СОЖ "Укринал"
8) осуществление контроля качества	Инженер - дефектоскопист	1) лупа х4 2) линейка 3) твердомер ТН-320 4) штангенциркуль 5) набор ДМК-4	-

4.2 Идентификация профессиональных рисков.

Восстановительная наплавка балансира включает в себя следующие операции: 1) подготовка поверхности; 2) предварительный подогрев; 3) выполнение наплавки предварительного слоя; 4) механическая обработка; 5) дробеструйная обработка; 6) предварительный подогрев; 7) наплавка последующих слоёв; 8) механическая обработка 9) осуществление контроля качества.

Сварочные и родственные технологии остаются источниками многих опасных и вредных производственных факторов. С психофизиологической и социально-экономической точек зрения шум – это любой вредный для здоровья звук, мешающий восприятию полезных сигналов и снижающий работоспособность человека. В структуре профессиональной заболеваемости такой вид «шумовой болезни» как тугоухость вместе с заболеваниями органов дыхания, опорно-двигательного аппарата и с вибрационной

болезнью составляет основную группу заболеваний работников промышленности.

Все это дополнительно усложняет и повышает стоимость сварочного оборудования, поэтому проводятся исследования, направленные на изучение влияния энергетических параметров (тока и напряжения) процесса сварки на объемы выделения сварочных аэрозолей и их вредных составляющих.

Возможности влияния процесса плазменной наплавки на гигиенические характеристики изучены недостаточно. Поэтому в данном разделе выпускной квалификационной работы необходимо выполнить сравнительную гигиеническую оценку плазменной наплавки и предложить методы защиты персонала от опасных и вредных производственных факторов.

Анализ рисков, обусловленных опасными и вредными производственными факторами проведем в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Идентификация профессиональных рисков.

Наименование технологической операции, выполняемые работы	Должность работника, выполняющего данную технологическую операцию	Оборудование, устройства и приспособления, применяемые при выполнении технологической операции	Вещества и материалы, применяемые при выполнении технологической операции
1	2	3	4
1) подготовка поверхности	Слесарь-сборщик	1) щетка металлическая, 2) машинка угловая шлифовальная 3) лупа х4 4) штангенциркуль	1) ацетон технический 2) круг абразивный 3) дробь стальная
2) предварительный подогрев	Рабочий на термических машинах	1) электропечь СНО 2) клещи 3) термомпара ХА 4) потенциометр КСП-4	-
3) выполнение наплавки предварительного слоя	Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах	1) плазменная установка 2) источник питания модернизированный	1) порошковая наплавочная проволока

Продолжение таблицы 4.2

4) механическая обработка	Токарь	1) фрезерный станок 1K54CP2	1) фреза Р6М5 2) СОЖ "Укринал"
5) предварительный подогрев	Рабочий на термических машинах	1) электропечь СНО 2) клещи 3) термopapa XA 4) потенциометр КСП-4	-
6) наплавка последующих слоёв	Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах	1) плазменная установка 2) источник питания модернизированный	1) порошковая наплавочная проволока
7) механическая обработка	фрезеровщик	1) фрезерный станок 1K54CP2	1) фреза Р6М5 2) СОЖ "Укринал"
8) осуществление контроля качества	Инженер - дефектоскопист	1) лупа х4 2) линейка 3) твердомер ТН-320 4) штангенциркуль 5) набор ДМК-4	-

4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

Таблица 4.3 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов.

Опасные и вредные производственные факторы, сопровождающие осуществление проектной технологии	Наименование предлагаемого организационного мероприятия и технического средства, осуществляющего защиту, снижение и устранение данного опасного и вредного производственного фактора	Наименование средства для осуществления индивидуальной защиты работника
1	2	3
1. Острые кромки, заусенцы и шероховатости, присутствующие на поверхностях заготовок, инструмента и оборудования	Проведение периодического инструктажа по вопросам техники безопасности	Перчатки, спецодежда.
2. Подвижные части механизмов, производственного оборудования и машин	Нанесение предупреждающих надписей, соответствующая окраска, применение ограждения	-
3. Высокая температура нагрева поверхности оборудования, заготовок и сварочных материалов	Проведение периодического инструктажа по вопросам техники безопасности	Спецодежда, перчатки

Продолжение таблицы 4.3

4. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, для которой присутствует риск замыкания через тело человека	Устройство и периодический контроль заземления электрических машин и изоляции	-
6. Повышенное значение уровня инфракрасной радиации в рабочей зоне	Осуществление экранирования зоны сварки с использованием щитов	Спецодежда, маска сварщика

4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта.

Пожары наносят материальный ущерб, вредят жизни и здоровью людей, интересам общества, государства [16].

На участке наплавки балансира тепловоза ТЭМ2 есть вероятность появления пожара. Основные классы пожара на участке и сопутствующие пожару опасные факторы приведены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 - Средства обеспечения пожарной безопасности.

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
Ящики с песком, кошма, огнетушитель ОУ-1, огнетушитель ОП-2,	Пожарные автомобили или (вызываются)	Не применяются	Не применяются	Краны пожарные напорные пожарные рукава	Действия согласно плану эвакуации	Лопата, багор, топор	Телефон в помещении начальника мастерских

Таблица 4.5 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

Наименование технологического процесса, оборудования, технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Наплавка	Проведение ознакомительных мероприятий с рабочим персоналом и служащими, целью которых является доведение до них правил пожарной безопасности, использования средств наглядной агитации по пожарной безопасности. Учения по обеспечению пожарной безопасности с производственным персоналом и служащими	Необходимо обеспечить достаточное количество первичных средств пожаротушения, применение защитных экранов для ограничения разлёта искр.

4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

Таблица 4.6 – Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду.

Наименование технического объекта	Наплавка
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Необходимо предусмотреть установку контейнеров, позволяющих селективный сбор бытового мусора и производственных отходов. Необходима установка отдельного контейнера для сбора металлолома. На контейнеры следует нанести соответствующие надписи. Необходимо проведение инструктажа среди производственного персонала по вопросу правильного складывания в контейнеры мусора и отходов.

Заключение по разделу

В ходе выполнения экологического раздела было произведено выявление опасных и вредных производственных факторов, появление

которых возможно при внедрении проектной технологии в производство. Проведён анализ возможности и мер по устранению и уменьшению опасных и вредных производственных факторов. В результате проведения этого анализа установлено, опасные и вредные производственные факторы могут быть устранены или уменьшены до необходимого уровня с применением стандартных средств безопасности и санитарии производства. Отсутствует необходимость в разработке дополнительных средств защиты. Внедрение проектной технологии в производство сопровождается угрозами экологической безопасности. Для устранения этих угроз необходимо соблюдение технологического регламента и производственной санитарии.

Нет нужды в разработке каких то особых и дополнительных средств защиты.

5 Экономическая эффективность проекта

В выпускной квалификационной работе разработаны технические предложения по увеличению производительности и качества выполнения наплавки балансиров тележки тепловоза. Базовая технология наплавки выполняется ручная дуговой наплавкой штучными электродами, и обладает низкими показателями производительности процесса наплавки и низкими показателями качества наносимого на изношенную поверхность балансира слоя. В разработанном варианте предложена замена способа сварки. Предложен способ механизированной наплавки с применением предложенной компьютером проволоки самозащитной порошковой. Применение предложенных технологических решений позволит получить некоторое снижение трудоемкости сварки и повышение стабильности качества выполняемых сварных соединений.

Сравнительная характеристика базового варианта и проектного представлена в таблице 5.1. Здесь указаны недостатки базового варианта, и как они будут устранены в проектном.

Таблица 5.1.

Базовый вариант	Проектный вариант
Низкая производительность труда	При механизированной наплавке ток больше, увеличена скорость сварки.
Сварщик контролирует множество параметров технологического процесса, нужен квалифицированный сварщик.	Механизирована подача присадки, контролируется меньшее количество параметров, экономим ФЗП.

5.1 Исходные данные для экономического обоснования

сравниваемых вариантов

Исходные данные необходимые для проведения расчетов, занесены в таблицу 5.2.

Таблица 5.2 – Исходные данные для проведения экономического расчета

№ п/п	Показатель	Усл. обозн.	Ед. изм.	Варианты	
				Базов.	Проект
1	2	3	4	5	6
1	Цена присадочного материала: электроды ОЗН-250У; проволока ПП-Нп-25Х9Г9Р	Цэл	Руб/кг	540	700
2	Значение коэффициента, который учитывает наличие транспортно-заготовительных расходов	Ктз	-	1,05	1,05
3	Величина часовой тарифной ставки	Сч	Руб/час	74,89	53,16
4	Значение коэффициента, устанавливающего размер доплат к основной заработной плате	Кд	-	1,88	1,88
5	Значение коэффициента, устанавливающего размер отчислений на дополнительную заработную плату	-	%	12	12
6	Значение коэффициента, учитывающего размер отчислений на социальные нужды.	Ксн	%	36	36
7	Рыночная стоимость применяемого технологического оборудования	Цоб	Руб	45000	82000
8	Установленная норма амортизационных отчислений на используемое в технологическом процессе оборудование	На	%	18	18
9	Мощность установки	Му	кВт	4,9	5,8
10	Значение коэффициента полезного действия технологического оборудования	КПД	-	0,7	0,85
11	Стоимость электроэнергии	Цээ	Руб/кВт	2,5	2,5
14	Стоимость аренды площади	Сэкспл	Руб/м ²	1800	1800
15	Значение коэффициента, который учитывает цеховые расходы	Кцех	-	2,50	2,50
16	Площадь, которая занята технологическим оборудованием	S	М ²	6	9

Продолжение таблицы 5.2

17	Норма амортизационных отчислений на площадь	Напл	%	5	5
18	Стоимость приобретения производственных площадей	Цпл	Руб/м ²	3000	3000
19	Значение коэффициента, который учитывает заводские расходы	Кзав	-	2,15	2,15
20	Значение коэффициента, учитывающего затраты на монтаж и демонтаж технологического оборудования	Кмонт	-	1,2	1,2
21	Принятое значение нормативного коэффициента эффективности капитальных вложений	Ен	-	0,33	0,33
22	Программа годовая	Пг	Шт	500	500

5.2 Определение норм штучного времени

Для расчета штучного времени воспользуемся зависимостью:

$$t_{шт} = t_{п-з} + t_o + t_v + t_{отл} + t_{обсл} + t_{н.п} \quad (5.1)$$

где $t_{шт}$ – общее время, которое затрачивает персонал на выполнение операций технологического процесса;

$t_{маш}$ – время, которое затрачивает персонал непосредственно на выполнение сварочных операций;

$t_{всп}$ – время, которое затрачивает персонал на подготовку к работе сварочного оборудования и составляет 10% от $t_{маш}$;

$t_{обсл}$ – время, которое затрачивает персонал на обслуживание, текущий и мелкий ремонт сварочного оборудования и составляет 5% $t_{маш}$;

$t_{отл}$ – время, которое затрачивает персонал на личный отдых, составляет 5% $t_{маш}$;

$t_{п-з}$ – время на подготовительно – заключительные операции, 1% $t_{маш}$.

Для определения машинного времени наплавки по базовому и по проектному вариантам воспользуемся зависимостью:

$$t_o = \frac{60 * M_{напл.мет} * L_{ш}}{I_{св.} * \alpha_{напл}}, \quad (5.2)$$

где: $M_{напл.мет}$ – масса наплавленного металла, кг/м;

$L_{ш}$ – длина швов в изделии, м;

$I_{св}$ – сила сварочного тока, А;

$\alpha_{напл}$ – коэффициент наплавки при электродуговой сварке = 9 Г/А*час.

При сварке массу наплавленного металла рассчитывают по формуле, кг/м:

$$M_{напл.мет} = \rho \cdot F_H \cdot 10^{-3} \quad (5.3)$$

где ρ – плотность наплавленного металла, г/см³ (для нашей стали $\rho = 7,8$ г/см³);

F_H – площадь поперечного сечения шва (наплавляемого валика), мм².

Для однопроходных швов.

$$F_H = (8 \div 12) \cdot d_{эл.} \quad (5.4)$$

$$F_{нб} = 10 \cdot 2 = 20 \text{ мм}^2.$$

$$F_{нпр} = 10 \cdot 1,2 = 12 \text{ мм}^2.$$

$$M_{напл.мет.б} = 7,8 \cdot 20 \cdot 10^{-3} = 0,156 \text{ кг/м.}$$

$$M_{напл.мет.пр} = 7,8 \cdot 12 \cdot 10^{-3} = 0,093 \text{ кг/м}$$

Длину швов примем исходя из того, что наплавка ведется в один слой, ширина балансира 20 мм, и общая площадь наплавки 200 мм², тогда, с учетом перекрыва валиков длина составит 1350 мм.

Базовый вариант, машинное время:

$$t_{об} = \frac{60 * 0,156 * 1,35}{120 * 9} = 11,4 \text{ мин.}$$

Проектный вариант

$$t_{опр} = \frac{60 * 0,093 * 1,35}{250 * 9} = 7,6 \text{ мин.}$$

Штучное время, базовый вариант

$$t_{штб} = 0,57 + 11,4 + 1,14 + 0,57 + 0,912 + 0,114 = 14,36 \text{ мин} = 0,2394 \text{ час}$$

Штучное время, проектный вариант

$$t_{штПР} = 0,06 + 7,6 + 0,76 + 0,38 + 0,608 + 0,076 = 9,576 \text{ мин.} = 0,1596 \text{ час}$$

5.3. Капитальные вложения в оборудование

$$K_{\text{ОБЩ}} = K_{\text{ПР}} + K_{\text{СОП}} \quad (5.5)$$

где: $K_{\text{пр}}$ – прямые капитальные вложения в оборудование, руб.;

$K_{\text{соп}}$ – сопутствующие капитальные вложения в оборудование, руб.

Прямые капитальные вложения рассчитываются по двум сравниваемым вариантам:

$$K_{\text{пр}} = \Sigma C_{\text{об}} * k_3 \quad (5.6)$$

где $\Sigma C_{\text{об}}$ – суммарная цена оборудования, руб.;

k_3 – значение коэффициента, который учитывает загрузку технологического оборудования.

Количество единиц оборудования, необходимого для выполнения принятой программы изготовления изделий рассчитывается по формуле:

$$n_{\text{об.расчетн}} = \frac{N_{\text{пр}} * t_{шт}}{\Phi_{\text{эф}} * 60} \quad (5.7)$$

где: $t_{шт}$ – затрачиваемое штучное время на наплавку одного балансира;

$N_{\text{пр}}$ – принятое значение годовой программы;

$\Phi_{\text{эф}}$ – величина эффективного фонда времени работы сварочного оборудования.

Для выполнения принятой $N_{\text{пр}}$ принимаем целое число единиц оборудования ($n_{\text{об.прин}}$).

Расчётное определение величины коэффициента загрузки оборудования выполним с использованием зависимости:

:

$$k_3 = \frac{n_{об.расчетн}}{n_{об.прин}} \quad (5.8)$$

Величину годового фонда времени, в течение которого работает оборудование рассчитываем с использованием формулы:

$$\Phi_{эф} = (D_k - D_{вых} - D_{пр}) * T_{см} * S * (1 - k_{р.п}) \quad (5.9)$$

где: D_k – количество календарных дней в году;

$D_{вых}$ – количество выходных дней в году;

$D_{пр}$ – количество праздничных дней в году;

$T_{см}$ – продолжительность рабочей смены, час;

S – количество рабочих смен;

$k_{р.п}$ – потери времени работы оборудования на ремонт и переналадку (0,06).

$$\Phi_{эф.} = (365 - 110 - 14) * 8 \cdot 1 \cdot (1 - 0,06) = 1812 \text{ час.}$$

$$n_{об.расчетн.б} = \frac{500 * 14,36}{1812 * 60} = 0,06 \text{ шт}$$

$$n_{об.расчетн.пр} = \frac{500 * 9,57}{1812 * 60} = 0,04 \text{ шт}$$

$$k_{зб} = \frac{0,06}{1} = 0,06$$

$$k_{зпр} = \frac{0,12}{1} = 0,04$$

$$K_{прб} = 15000 * 0,06 = 900 \text{ руб.}$$

$$K_{прпр} = 42000 * 0,04 = 1680 \text{ руб.}$$

Расчётное определение величины общих капитальных затрат при реализации проектного варианта технологического процесса производим с использованием формулы:

$$K_{\text{общпр}} = K_{\text{пр}} + K_{\text{соп}} = K_{\text{пр}} + K_{\text{монт}} + K_{\text{дем}} + K_{\text{площ}} \quad (5.10)$$

где $K_{\text{пр}}$ – принятая величина капитальных вложений в технологическое оборудование;

$K_{\text{площ}}$ – принятая величина капитальных вложений в площади

$K_{\text{дем}}$ – принятое значение затрат на демонтаж технологического оборудования для реализации базового процесса;

$K_{\text{монт}}$ – принятое значение затрат на монтаж оборудования.

$$K_{\text{монт}} = \Sigma C_{\text{об}} * k_{\text{монт}} \quad (5.11)$$

где: $k_{\text{монт}}$ – принятое значение коэффициента расходов на монтаж оборудования = 0,2.

$$K_{\text{монт}} = 42000 * 0,2 = 8400 \text{ руб}$$

$$K_{\text{дем}} = \Sigma C_{\text{об}} * k_{\text{дем}} \quad (5.12)$$

где: $k_{\text{дем}}$ – коэффициент, учитывающий расходы на демонтаж = 0,2.

$$K_{\text{дем}} = 15000 * 0,2 = 3000 \text{ руб}$$

Затраты на площадь, дополнительно занимаемую под новое оборудование, рассчитываем по формуле:

$$K_{\text{площ}} = S_{\text{площ}} * C_{\text{площ}} * g * k_3 \quad (5.13)$$

где: g – коэффициент, учитывающий проходы и проезды = 3.

$$K_{\text{площ}} = 3 * 3000 * 3 * 0,12 = 5400 \text{ руб}$$

$$K_{\text{общ}}^{\text{БАЗ}} = K_{\text{пр}} = 5400 \text{ руб}$$

$$K_{\text{ОБЩ}}^{\text{ПР}} = 1680 + 8400 + 3000 + 5400 = 18480 \text{ руб}$$

Удельные капитальные вложения в оборудование

$$K_{\text{уд}} = \frac{K_{\text{общ.}}}{N_{\text{пр}}} \quad (5.14)$$

$$K_{\text{уд}}^{\text{БАЗ}} = \frac{900}{500} = 1,8 \text{ руб}$$

$$K_{\text{уд}}^{\text{ПР}} = 18480/500 = 36,96 \text{ руб}$$

5.4 Определение себестоимости двух вариантов.

Затраты на вспомогательные материалы

Затраты на сварочные материалы, электроды, в базовом варианте определим по технологическим картам

$$ЗМ_{\text{ЭЛБ}} = 15,75 \text{ руб.}$$

Для проектного варианта - затраты на самозащитную порошковую проволоку

$$ЗМ_{\text{пр}} = З_{\text{пр}} = 27,52 \text{ руб.}$$

Расчётное определение расходов на электроэнергию производим с использованием зависимости:

$$З_{\text{э-э}} = \frac{P_{\text{об}} \cdot t_{\text{о}}}{\text{КПД}} Ц_{\text{э-э}} \quad (5.29)$$

где $P_{\text{об}}$ – полезная мощность оборудования, кВт;

$Ц_{\text{э-э}}$ – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, руб/кВт·час;

КПД – коэффициент полезного действия установки.

Для определения мощности оборудования воспользуемся значениями режимов сварки: сила тока и напряжение.

$$P_{\text{об}}^{\text{Б}} = 120 \cdot 30 = 3600 = 6 \text{ кВт}$$

$$З_{\text{э-э}}^{\text{Б}} = \frac{3,6 \cdot 0,19}{0,7} 2,2 = 3,58 \text{ руб.}$$

$$P_{\text{пр}}^{\text{Б}} = 300 \cdot 30 = 9000 = 9 \text{ кВт}$$

$$З_{\text{э-э}}^{\text{пр}} = \frac{9 \cdot 0,121}{0,75} 2,2 = 3,19 \text{ руб.}$$

Расчёт затрат на содержание и эксплуатацию технологического оборудования производим с использованием зависимости:

$$З_{\text{об}} = A_{\text{об}} + P_{\text{т.р}} \quad (5.30)$$

где $A_{\text{об}}$ – принятая величина амортизации оборудования, руб.;

$P_{\text{т.р}}$ – затраты на текущий ремонт оборудования, руб.;

Величину амортизации оборудования вычисляем с использованием формулы:

$$A_{\text{об.}} = \frac{Ц_{\text{об}} * На_{\text{об}} * t_{\text{шт}}}{\Phi_{\text{эф}} * 60 * 100} \quad (5.31)$$

где $Ц_{\text{об}}$ – принятое значение стоимости оборудования;

$На$ – принятое значение нормы амортизации оборудования.

Подставив в (5.31) необходимые значения, получим:

$$A_{\text{об}}^{\text{б}} = \frac{15000 \cdot 14,36 \cdot 18}{1812 \cdot 100 \cdot 60} = 0,35 \text{ руб}$$

$$A_{\text{об}}^{\text{пр}} = \frac{42000 \cdot 9,57 \cdot 18}{1812 \cdot 100 \cdot 60} = 0,66 \text{ руб}$$

Затраты на текущий ремонт оборудования рассчитываются по формуле:

$$P_{\text{т.р}} = \frac{Ц_{\text{об}} * H_{\text{т.р}} * k_3}{\Phi_{\text{эф}} * 100} \quad (5.32)$$

где $H_{\text{т.р}}$ – норма отчислений на текущий ремонт оборудования, $\approx 35\%$;

$$P_{\text{т.р}}^{\text{б}} = \frac{15000 * 35 * 0,06}{1812 * 100} = 0,17 \text{ руб.}$$

$$P_{\text{т.р}}^{\text{пр}} = \frac{42000 * 35 * 0,04}{1812 * 100} = 0,32 \text{ руб.}$$

Итого, затраты на оборудование

$$З_{об}^Б = 0,35 + 0,17 = 1,14 \text{ руб}$$

$$З_{об}^{ПР} = 0,66 + 0,32 = 2,53 \text{ руб.}$$

Расчётное определение затрат на содержание и эксплуатацию площадей производим на основании зависимости:

$$З_{плоч} = \frac{Ц_{плоч} * S_{плоч} * На_{плоч} * t_{шт}}{\Phi_{эф} * 100 * 60} \quad (5.33)$$

где: $Ц_{плоч}$ – цена 1 м^2 производственной площади, руб.;

$На_{плоч}$ – норма амортизационных отчислений на здания, %;

$S_{плоч}$ – площадь, занимаемая сварочным оборудованием, м^2 ;

$$З_{плоч}^Б = \frac{3000 * 8 * 2 * 14,36}{1812 * 100 * 60} = 0,06 \text{ руб.}$$

$$З_{плоч}^{ПР} = \frac{3000 * 11 * 2 * 9,57}{1812 * 100 * 60} = 0,05 \text{ руб.}$$

Затраты на заработную плату основных производственных рабочих с отчислениями на социальные нужды.

Фонд заработной платы (ФЗП) представляет собой сумму основной зарплаты и дополнительной.

$$\text{ФЗП} = \text{ЗПЛ}_{\text{осн}} + \text{ЗПЛ}_{\text{доп}}. \quad (5.34)$$

Для расчётного определения основной зарплаты используем зависимость:

$$\text{ЗПЛ}_{\text{осн}} = t_{шт} \cdot C_{ч} \cdot k_{зпл} \quad (5.35)$$

где $C_{ч}$ – принятое значение тарифной ставки;

$k_{д}$ – принятое значение коэффициента, который учитывает расходы на доплату к основной заработной плате.

$$k_{зпл} = k_{нр} * k_{вн} * k_{у} * k_{нф} * k_{н} \quad (5.36)$$

где $k_{нр} = 1,25$ – коэффициент премирования;

$k_{вн} = 1,1$ – коэффициент выполнения норм;

$k_{у} = 1,1$ – коэффициент доплат за условия труда;

$k_{нф} = 1,067$ – коэффициент доплат за профессиональное мастерство;

$k_{н} = 1,133$ – коэффициент доплат за работу в вечерние и ночные смены.

$$k_{зпл} = 1,25 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,057 \cdot 1,133 = 1,81$$

$$ЗПЛ_{ОСН}^Б = 0,239 \cdot 74,8 \cdot 1,81 = 31,17 \text{ руб}$$

$$ЗПЛ_{ОСН}^{ПР} = 0,159 \cdot 53,1 \cdot 1,81 = 14,43 \text{ руб}$$

Для расчётного определения дополнительной заработной платы используем формулу:

$$ЗПЛ_{доп} = \frac{k_{д}}{100} \cdot ЗПЛ_{осн} \quad (5.37)$$

где $k_{д}$ – коэффициент, соотношения между основной и дополнительной заработной платой, 10%.

$$ЗПЛ_{доп}^Б = 31,17 \cdot 10 / 100 = 3,12 \text{ руб.}$$

$$ЗПЛ_{доп}^{ПР} = 14,43 \cdot 10 / 100 = 1,44 \text{ руб.}$$

$$\Phi ЗП_{Б} = 31,17 + 3,12 = 34,29 \text{ руб.}$$

$$\Phi ЗП_{ПР} = 14,43 + 1,44 = 15,87 \text{ руб.}$$

Расчётное определение величины отчислений на социальные нужды производим с использованием формулы:

$$O_{сн} = \Phi ЗП \cdot N_{соц} / 100 \quad (5.38)$$

где $N_{соц}$ – коэффициент, учитывающий отчисления на социальные нужды, 30 %.

Базовый

$$O_{\text{CH}}^{\text{Б}} = 34,29 \cdot 30 / 100 = 10,28 \text{ руб.}$$

Проектный

$$O_{\text{CH}}^{\text{ПР}} = 15,87 \cdot 30 / 100 = 4,76 \text{ руб.}$$

Технологическая себестоимость

Технологическая себестоимость определяется как сумма всех затрат

$$C_{\text{ТЕХ}} = 3\text{М} + 3_{\text{Э-Э}} + 3_{\text{ОБ}} + 3_{\text{ПЛ}} + \Phi\text{ЗП} + O_{\text{CH}} \quad (5.39)$$

$$C_{\text{ТЕХ}}^{\text{Б}} = 15,75 + 3,58 + 1,14 + 0,06 + 34,29 + 10,28 = 65,64 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{ТЕХ}}^{\text{ПР}} = 27,52 + 3,19 + 2,53 + 0,05 + 15,87 + 4,76 = 53,92 \text{ руб.}$$

5.5 Цеховая себестоимость

Расчётное определение величины цеховой себестоимости производим на основании зависимости:

$$C_{\text{ЦЕХ}} = C_{\text{ТЕХ}} + P_{\text{ЦЕХ}} \quad (5.40)$$

где $P_{\text{ЦЕХ}}$ – сумма цеховых расходов, руб.

$$P_{\text{ЦЕХ}} = k_{\text{ЦЕХ}} \cdot 3_{\text{ОСН}} \quad (5.41)$$

где $k_{\text{ЦЕХ}}$ – коэффициент, который учитывает цеховые расходы, 2,5;

$3_{\text{ОСН}}$ – основная заработная плата рабочих, руб.

$$C_{\text{ЦЕХ}}^{\text{Б}} = 65,64 + 31,17 \cdot 2,5 = 65,64 + 77,92 = 143,56 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{ЦЕХ}}^{\text{ПР}} = 53,92 + 14,43 \cdot 2,5 = 53,92 + 36,07 = 89,99 \text{ руб.}$$

5.6 Заводская себестоимость

Расчётное определение величины заводской себестоимости производим на основании зависимости:

$$C_{\text{ЗАВ}} = C_{\text{ЦЕХ}} + P_{\text{ЗАВ}} = C_{\text{ЦЕХ}} + k_{\text{ЗАВ}} \cdot 3_{\text{ОСН}} \quad (5.42)$$

где $P_{\text{ЗАВ}}$ – сумма заводских расходов, руб.

$k_{\text{ЗАВ}}$ – коэффициент общезаводских расходов, 1,8

$$C_{\text{ЗАВ}}^{\text{Б}} = 143,56 + 31,17 \cdot 1,8 = 143,56 + 56,10 = 197,34 \text{ руб.}$$

$$C_{ЗАВ}^{ПР} = 89,99 + 14,43 * 1,8 = 89,99 + 25,97 = 115,96 \text{ руб.}$$

Калькуляция себестоимости

Результаты расчета себестоимости сведем в таблицу 5.2.

Таблица 5.2 – Калькуляция себестоимости ремонтной наплавки балансира

№ п/п	Показатели	Усл. обозн	Калькуляция, руб	
			базов	Проект
1	2	3	4	5
1	Материалы	М	15,75	12,23
2	Фонд заработной платы	ФЗП	34,29	15,87
3	Отчисления на социальные нужды	О _{СН}	10,28	4,76
4	Затраты на оборудование	Зоб	1,14	2,53
5	Затраты на площади	Зпл	0,06	0,05
	Себестоимость технологическая	Стех	65,64	53,92
6	Цеховые расходы		77,92	36,07
	Себестоимость цеховая	Сцех	143,56	89,99
7	Заводские расходы		56,10	25,97
	Себестоимость заводская	С _{ЗАВ}	197,34	115,96

5.7 Расчет экономической эффективности проекта

Величину условно-годовой экономии (ожидаемой прибыли) определим по формуле:

$$Пр_{ож.} = Э_{у.г.} = \left(C_{зав}^б - C_{зав}^{пр} \right) \cdot N_{пр} \quad (5.43)$$

Подставив в (5.43) необходимые значения, получим:

$$Э_{у.г.} = (197,34 - 115,96) \cdot 500 = 40690 \text{ руб.}$$

Для определения размера годового экономического эффекта воспользуемся формулой

$$Э_{г.} = [(C_{ЗАВ}^б + E_H \cdot K_{уд}^б) - (C_{ЗАВ}^{ПР} + E_H \cdot K_{уд}^{ПР})] \cdot N_{ПР} \quad (5.44)$$

$$Э_{г.} = [(197,34 + 0,33 \cdot 1,80) - (115,96 + 0,33 \cdot 36,96)] \cdot 500 = 34871 \text{ руб.}$$

Величину показателя снижения трудоемкости определим с использованием формулы:

$$\Delta t_{\text{шт}} = \frac{t_{\text{штБ}} - t_{\text{штПР}}}{t_{\text{штБ}}} \cdot 100\% \quad (5.45)$$

Подставив в (5.45) необходимые значения, получим:

$$\Delta t_{\text{шт}} = \frac{0,23 - 0,15}{0,23} \cdot 100\% = 55\%$$

Величину показателя увеличения производительности труда определим по формуле:

$$П_{\text{Т}} = \frac{100 \cdot \Delta t_{\text{шт}}}{100 - \Delta t_{\text{шт}}} \quad (5.46)$$

Подставив в (5.46) необходимые значения, получим:

$$П_{\text{Т}} = \frac{100 \cdot 55}{100 - 55} = 59\%$$

Величину показателя снижения технологической себестоимости определим по формуле:

$$\Delta C_{\text{ТЕХ}} = \frac{C_{\text{ТЕХ}}^{\text{БАЗ}} - C_{\text{ТЕХ}}^{\text{ПР}}}{C_{\text{ТЕХ}}^{\text{БАЗ}}} \cdot 100\% \quad (5.47)$$

Подставив в (5.47) необходимые значения, получим:

$$\Delta C_{\text{ТЕХ}} = \frac{65,64 - 53,92}{65,54} \cdot 100\% = 18\%$$

Величину срока окупаемости дополнительных капитальных вложений определим по формуле:

$$T_{\text{ОК}} = \frac{К_{\text{общпр}}}{\mathcal{E}_{\text{УГ}}} \quad (5.48)$$

$$T_{\text{ОК}} = \frac{18480}{40690} \approx 0,5 \text{ года}$$

Сравнительная экономическая эффективность

$$E_{\text{СР}} = \frac{1}{T_{\text{ОК}}} = \frac{1}{0,5} = 2 \quad (5.49)$$

Выводы по экономическому разделу

В экономическом разделе выпускной квалификационной работы были произведены расчеты с целью определения таких экономических параметров, как технологическая и заводская себестоимость восстановления балансира.

Установлено, что проектный вариант восстановления после своего внедрения в производство даст такие эффекты, как уменьшение трудоемкости на 55%, увеличение производительности труда на 59%, что уменьшило технологическую себестоимость на 18 %. Расчётная величина условно-годовой экономии составила 40690 рублей.

Величина годового экономического эффекта, полученная с учетом затрат на капитальные вложения в оборудование, составила 34871 рублей. Капитальные вложения в оборудование размером 18480 руб. будут окуплены за 0,5 года.

На основании вышеизложенного делаем вывод о том, что разработанная технология восстановительной наплавки балансира обладает экономической эффективностью.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для достижения цели необходимо было решить задачи: 1) Произвести анализ и выбор оптимального способа наплавки изделия; 2) Составить техпроцесс наплавки; 3) Рассмотреть необходимые мероприятия для обеспечения производственной безопасности персонала; 4) Составить экономическое обоснование предложенных технических решений

Были предложены технологические мероприятия по повышению производительности и качества восстановительной наплавки корпуса бурового насоса. При выполнении базовой технологии предусматривается ручная дуговая наплавка штучными электродами, что приводит к получению значительного числа дефектов и дополнительным затратам времени на их устранение. В проектом варианте технологии предложено произвести замену ручной дуговой наплавки на плазменную наплавку. Применение предложенных технологических решений позволит получить снижение трудоемкости сварки и повышение стабильности качества проводимых наплавочных работ.

В ходе выполнения экологического раздела было произведено выявление опасных и вредных производственных факторов, появление которых возможно при внедрении проектной технологии в производство. Проведён анализ возможности и мер по устранению и уменьшению опасных и вредных производственных факторов.

Произведена оценка экономической эффективности проектной технологии. Установлено, что проектный вариант восстановления после своего внедрения в производство даст такие эффекты, как уменьшение трудоемкости на 55%, увеличение производительности труда на 59 %, что уменьшило технологическую себестоимость на 18 %. Величина годового экономического эффекта составила 34871 руб.

Цель бакалаврской работы достигнута.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Думов С. И. Технология электрической сварки плавлением: Учебник для машиностроительных техникумов [Текст] / С.И. Думов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение, 1987. - 368 с.
2. Межотраслевые правила по охране труда при электро- и газосварочных работах : ПОТ РМ-020-2001 : ввод. в действие с 1 янв. 2002 г. - Москва : [б. и.], 2001. - 58 с..
3. Щекин В. А. Технологические основы сварки плавлением : учеб. пособие для вузов. - Изд. 2-е, перераб / В. А. Щекин - Ростов н/Д. : Феникс, 2009. - 345 с.
4. Мейстер Р. А. Нестандартные источники питания для сварки : учеб. пособие / Р. А. Мейстер. - ВУЗ/изд. - Красноярск : ИПЦ КГТУ, 2004. - 96 с.
5. Цепенев Р. А. Автоматическое управление процессом сварки : учеб. пособие / Р. А. Цепенев ; ТолПИ ; Каф. "Оборуд. и технология сварочного пр-ва". - Тольятти : ТолПИ, 2001. - 76 с.
6. Косинцев В.И. Основы проектирования химических производств и оборудования / В.И. Косинцев [и др.] – Томск: Томский политехнический университет, 2013. – 395 с.
7. Действия населения в чрезвычайных ситуациях. Пособие. Под общей редакцией В.А. Владимирова. – М.: МЧС России, 1995.
8. Фатхутдинов Р.А. Организация производства: Учебник [Текст] / Р. А. Фахрутдинов – М.: ИНФРА – М, 2001.– 672 с.
9. Гостюшин А. В. Энциклопедия экстремальных ситуаций [Текст] / А. В. Гостюшин. — М.: Изд. «Зеркало», 1995.-288 с.
10. Рыбаков В.М. Дуговая и газовая сварка: Учеб. для сред. ПТУ [Текст] / В.М. Рыбаков. - 2-е изд. перераб.- М.: Высш. школа, 1986.- 208 с.
11. Рыбаков А.М. Сварка и резка металлов. Учебник для средних профессионально-технических училищ [Текст] / А.М. Рыбаков. - М.: Высшая школа, 1977.

12. Чебац В.А. Сварочные работы: Учеб. пособие [Текст] / В.А. Чебац - 3-е изд. перераб.- Ростов-на-Дону: изд. центр «Феникс», 2006. - 412 с.
13. Величко, О.А. Лазерная наплавка цилиндрических деталей порошковыми материалами / О.А. Величко, П.Ф. Аврамченко, И.В. Молчан, В.Д. Паламарчук // Автоматическая сварка. – 1990. – № 1. – С. 59–65.
14. Шелягин, В.Д. Лазерно-микроплазменное легирование и нанесение покрытий на стали / В.Д. Шелягин, В.Ю. Хаскин, Ю.Н. Переверзев // Автоматическая сварка. – 2006. – № 2 – С. 3–6.
15. Бабинец, А.А. Влияние способов дуговой наплавки порошковой проволокой на проплавление основного металла и формирование наплавленного металла / А.А. Бабинец, И.А. Рябцев, А.И. Панфилов [и др.] // Автоматическая сварка. – 2016. – № 11. – С. 20–25.
16. Переплётчиков, Е.Ф. Плазменно-порошковая наплавка штоков энергетической арматуры / Е. Ф. Переплётчиков, И. А. Рябцев // Автоматическая сварка. – 2013. – № 4. – С. 56–58.
17. Жариков, С.В. Влияние экзотермической смеси в составе сердечника самозащитной порошковой проволоки на параметры наплавленного валика / С.В. Жариков // Вісник східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. – Луганск: СНУ, 2010. – № 2. – С. 102–105.
18. Гофман, Я. Восстановление сменных деталей с помощью лазерных технологий // Автоматическая сварка. – 2001. – № 12. – С. 37–38.
19. Золотоносов Я. Д. Сварочное производство. Современные методы сварки [Электронный ресурс]: учеб. пособие/ Я. Д. Золотоносов, И. А. Крутова ; Казан. гос. архит.-строит. ун-т. - Казань : КГАСУ, 2016. - 216 с.
20. Зорин Н. Е. Материаловедение сварки. Сварка плавлением [Электронный ресурс]: учеб. пособие/ Н. Е. Зорин, Е. Е. Зорин. - Изд. 3-е, стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2018. - 164 с.