

АННОТАЦИЯ

диссертации на соискание степени доктора философии (PhD) по направлению подготовки: 8D071 – «Инженерия и инженерное дело», образовательной программе: 8D07101– «Машиностроение»

Иманбаева Ерната Бакытовича

ИССЛЕДОВАНИЕ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ АВТОСЦЕПНОГО УСТРОЙСТВА ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Постановка вопроса и актуальность исследования. Вопросы развитие железнодорожного машиностроения рассмотрено в государственной программе по развитию машиностроения в Республике Казахстан (2010-2014гг.) и в рамках инвестиционных проектов, вошедших в «Карту индустриализации» Казахстана на 2010-2014 годы, а также Государственной программе индустриально-инновационного развития Республики Казахстан (РК) на 2015-2019 и 2020-2025 годы.

В Программе по развитию машиностроения в РК на 2010-2014 годы было поставлена задача - организация крупных сборочных производств с увеличением уровня локализации через освоение производства деталей и комплектующих. В рамках инвестиционных проектов, вошедших в «Карту индустриализации» Казахстана на 2010 – 2014 годы, предусматривался реализация проектов по организации крупных сборочных производств с увеличением уровня локализации через освоение производства деталей и комплектующих, такие как: «Производство пассажирских вагонов», «Организация производства электровозов». В результате было организовано ТОО «Электровоз құрастыру зауыты» (г. Астана, Казахстан).

Анализ состояния ремонтного производства локомотивных и вагоностроительных производств показал, что существует проблема нарастающего износа деталей локомотивов и вагонов, особенно автосцепной части подвижного состава. Высокая стоимость запасных частей и материалов обуславливает необходимость развития ремонтно-восстановительных производств в РК, способных обеспечить высокое качество ремонта и восстановление деталей подвижного состава. Известно, что до 80% деталей, выбраковываемых при ремонте, после восстановления пригодны к дальнейшей эксплуатации. Как правило, потери массы таких деталей не превышают 2% исходной массы, при этом прочность металла изделий остается на прежнем уровне. По целому ряду наименований наиболее металлоемких и дорогостоящих изделий вторичное их использование значительно больше, чем потребление новых запасных частей. При этом себестоимость восстановления на 65-70% ниже стоимости новых деталей, а расход материалов в 15-20 раз меньше, чем на изготовление. ТОО «Электровоз құрастыру зауыты» наряду с выпуском грузовых и пассажирских электровозов серий KZ8A и KZ4A, а также занимается ремонтом и

восстановлением деталей и узлов подвижного состава. Одним из таких основных узлов, подвергающихся циклическому ремонту и восстановлению деталей, является автосцепное устройство подвижного состава.

Результаты исследования показали, что поверхности деталей автосцепного устройства, восстановленные наплавкой, не выдерживает исходной твердости наплавочного материала и в результате чего подвергается быстрому износу и преждевременному выходу из строя. Считалось, что причиной данной проблемы является низкое качество способа наплавки. Однако в результате совместной работы по исследованию технологии ремонта и восстановления деталей автосцепного устройства подвижного состава в условиях ТОО «Электровоз Құрастыру Зауыты» было выявлено, что на преждевременный выход из строя деталей автосцепного устройства могут повлиять, не только качество технологии наплавки, но и качество механической обработки после наплавки. Так как анализ данных по контролю показал, что не всегда удавалось получить исходную твердость наплавочного материала после наплавки или после механической обработки. Предполагалось, что причиной этого может быть следующее: неправильное назначение режимов наплавки и толщины наплавленного слоя; толщина наплавленного слоя после механической обработки уменьшается и может переходить на слой перемешивания, где твердость имеет меньшее значение. Данное состояние вопроса диктовала необходимость проведение исследования технологического процесса (ТП) наплавки изношенных поверхностей и технологии механической обработки наплавленных поверхностей деталей автосцепного устройства.

В связи с этим работа, направленная на исследование и совершенствование технологии изготовления деталей автосцепного устройства подвижного состава, **является актуальной.**

Целью работы является повышение износостойкости деталей автосцепного устройства подвижного состава.

Объект исследования: Технология восстановления изношенных поверхностей деталей автосцепного устройства.

Предмет исследования: Процессы механической обработки наплавленных поверхностей деталей автосцепного устройства.

Методы исследования: Для проведения исследования использованы методы: анализа технологии ремонта и восстановления нагруженных деталей машин, экспериментального исследования, планирования и обработки результатов, металлографического исследования, компьютерного моделирования процесса термофрикционного фрезерования на основе метода конечных элементов.

Задачи исследования:

1. Изучение состояние проблемы и анализ существующих технологии ремонта и восстановления деталей работающих в тяжелонагруженных условиях.

2. Исследование технологии восстановления деталей автосцепного устройства подвижного состава в условиях ТОО «Электровоз құрастыру зауыты».

3. Экспериментальное исследование процесса механической обработки наплавленных поверхностей деталей автосцепного устройства способами термофрикционного фрезерования.

4. Исследование распределение температуры в контакте «инструмент-заготовка» и твердости обработанной поверхности при различных способах термофрикционного фрезерования в программном комплексе DEFORM 3D Machining.

5. Расчет экономической эффективности предлагаемой технологии и разработка рекомендации для производства. Внедрение в производство.

Научная новизна работы заключается в следующем:

1. Разработан способ термофрикционного фрезерования наплавленной поверхности деталей автосцепного устройства.

2. Установлено, что после термофрикционного фрезерования твердость обработанной поверхности с наплавкой увеличивается до 10%, что составляет HB 60.

3. Выведено уравнение для оценки твердости наплавленной поверхности после термофрикционного фрезерования.

4. Впервые выполнено моделирование процесса обработки наплавленной поверхности различными способами термофрикционного фрезерования с использованием программного комплекса DEFORM 3D Machining и установлено, что при термофрикционном фрезеровании с гладкой фрезой трения:

- глубина распространения температуры вглубь заготовки составляет до 3,8 мм, и толщина упрочненного слоя наплавленной поверхности после обработки составляет 1,62 мм.

Положения выносимые на защиту:

1. Способ термофрикционного фрезерования наплавленной поверхности деталей автосцепного устройства.

2. Результаты экспериментального исследования процесса механической обработки наплавленных поверхностей деталей автосцепного устройства способами термофрикционного фрезерования.

3. Уравнение для оценки твердости наплавленной поверхности после термофрикционного фрезерования.

4. Результаты моделирование процесса обработки наплавленной поверхности различными способами термофрикционного фрезерования с использованием программного комплекса DEFORM 3D Machining.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и результатов подтверждается корректностью постановки задачи, адекватностью теоретических и экспериментальных исследований. Получены патенты Республики Казахстан (РК) на способ термофрикционной обработки плоскости и конструкцию диска трения, а также на конструкцию дисковой пилы. На методику определения распределение температуры в контакте «инструмент-заготовка» при различных способах термофрикционного фрезерования получено свидетельство РК о государственной регистрации прав на объект авторского права на интеллектуальную собственность.

Практическая значимость заключается в разработке способа термофрикционной обработки плоскости и специальной конструкции диска трения, а также методики определения распределение температуры в контакте «инструмент-заготовка» при различных способах термофрикционного фрезерования и рекомендации для производства.

Личный вклад автора заключается в постановке задач и разработке методики исследования; разработке и изготовлении специальных конструкций фрезы трения, определение оптимальных режимов обработки, организации и проведении экспериментальных исследований термофрикционного фрезерования наплавленных поверхностей.

Диссертационная работа направлена на выполнение основных задач Государственной программы индустриально-инновационного развития РК на 2015-2019 и 2020-2025 годы и выполнена в рамках инициативной темы кафедры «Технологическое оборудование, машиностроение и стандартизация» (ТОМиС) «Разработка технологии термофрикционной обработки на малых скоростях». А также основные результаты диссертации внедрены в производство АО «Электровоз құрастыру зауыты» и в учебный процесс НАО «Карагандинский технический университет им. А. Сагинова» (КарТУ им. А. Сагинова) при подготовке бакалавров и магистрантов по специальности Машиностроение.

Апробация работы. Основные положения докторской диссертации докладывались и обсуждались на заседаниях кафедры ТОМиС НАО «КарТУ им. А. Сагинова» (2019-2022 гг.), на заседании кафедры «Технология машиностроения» Навоийского государственного горного института (2021 г.), на заседании научного семинара при ДС КарТУ им. А. Сагинова (2022 г.), а также на конференциях международного уровня и рабочих совещаниях машиностроительных предприятий:

- международная научно-практическая конференция «Интеграция науки, образования и производства – основа реализации Плана нации» (Сагиновские чтения №12), (г. Караганда, 2020 г.);

- на техническом совещании АО «Электровоз құрастыру зауыты» (г. Астана, 2020 г.

Публикации

По результатам докторской диссертации опубликовано 14 работ на русском, казахском и английском языках, в том числе: 3 статьи в международном научном издании, по данным базы Clarivate или входящем в базу Scopus, 5 статей в изданиях, рекомендованных Комитетом по обеспечению качества в сфере образования и науки РК. Доклады представленной работы были рассмотрены на 3 международных конференциях. Получено 2 патента РК на полезную модель и 1 свидетельство о государственной регистрации прав на объект авторского права.

Объем и структура работы. Докторская диссертация состоит из введения, 5 глав и заключения, изложенных на 150 страницах машинописного текста, которые поясняются 75 рисунками, 16 таблицами, списком литературы из 135 наименований, 11 приложениями.

Результаты исследования и основные выводы. При выполнении диссертационной работы проведено комплексное исследование, направленное на решение проблемы обеспечения износостойкости деталей автосцепного устройства подвижного состава в условиях ТОО «Электровоз құрастыру зауыты». В результате были достигнуты следующие:

1. Разработан способ термофрикционного фрезерования наплавленной поверхности позволяющий увеличить исходную твердость обработанной поверхности до 10%, что составляет HB 60.

2. Установлено, что при термофрикционном фрезеровании увеличение значения глубины резания t и скорости подачи S положительно сказываются на твердость обработанной поверхности после наплавки, а увеличение значения подачи S и скорости резания $n_{фр}$ влияют отрицательно. С учетом обеспечения минимального расхода наплавочного материала были выбраны следующие оптимальные режимы фрезерования: $S = 300$ мм/мин; $t = 0,5$ мм; $n_{фр} = 1000$ об/мин.

3. Выведено уравнение для оценки твердости наплавленной поверхности после термофрикционного фрезерования: $HB = 265,18 - 0,013 \cdot V + 0,063 \cdot S + 36 \cdot t$.

4. При моделировании процесса обработки наплавленной поверхности термофрикционным фрезерованием с использованием гладкой фрезы трения на программном комплексе DEFORM 3D Machining установлено, что:

- глубина распространения температуры вглубь заготовки составляет до 3,8 мм, и толщина упрочненного слоя наплавленной поверхности после обработки составляет 1,62 мм.

5. Результаты исследования внедрены в производство ТОО «Электровоз құрастыру зауыты» (г. Астана, Казахстан). Годовой экономический эффект от использования предлагаемого инструмента (гладкой фрезы трения) составляет 5390994 тенге.