

В диссертационный совет 24.2.277.01,
ФГБОУ ВО «Брянский государственный
технический университет»,
241035 г. Брянск, бул. 50 лет Октября, 7
Ученому секретарю, Нагоркину М.Н.

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Шевцова Михаила Юрьевича на тему
«Технологическое повышение износостойкости деталей дифференциала
имплантацией материалов на основе карбида вольфрама», представленную
на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальностям
2.5.6 – Технология машиностроения и 2.5.3 – Трение и износ в машинах

1. Актуальность темы диссертационного исследования.

В процессе эксплуатации значительная часть узлов и деталей машин подвергаются трению и изнашиванию, что снижает их надежность. Применяемые технологии термической и химико-термической обработки не всегда формируют поверхностный слой с параметрами, позволяющими эффективно сопротивляться интенсивному нагружению.

Так, рассматриваемая в диссертационной работе пара трения «сателлит – ось сателлита», имеющая цилиндрическую контактную поверхность, обладает недостаточной износостойкостью и в случае отказа приводит к дорогостоящему ремонту.

Обеспечение и повышение эксплуатационных характеристик деталей машин, работающих при данных условиях возможно как конструкторскими, так и технологическими методами. Здесь представляются перспективными комбинированные технологические методы, позволяющиекратно повышать параметры качества поверхностного слоя вследствие внешних воздействий, имеющих различную физическую природу.

Таким образом, исследование технологических возможностей метода имплантации материалов на основе карбида вольфрама с последующим электромеханическим упрочнением (технология ИКЭМО) для повышения износостойкости цилиндрических пар трения является актуальной задачей современного машиностроения.

2. Научная новизна исследований.

В результате выполнения диссертационной работы автором получены следующие новые научные результаты:

1. Разработана комбинированная технология упрочнения поверхностного слоя с имплантацией карбидов вольфрама для создания армированной структуры материала с помощью электромеханического воздействия и последующего дополнительного электромеханического упрочнения.

2. Разработана и верифицирована теоретическая модель изнашивания, позволяющая сравнить и оценить эффективность режимов ИКЭМО, основываясь на полученных характеристиках контактного взаимодействия трущихся цилиндрических тел.

3. Научная и практическая ценность диссертационной работы.

Представленная диссертационная работа имеет научную и практическую значимость. Научная ценность заключается в разработанной теоретической модели, которая применяется при назначении технологических режимов ИКЭМО, а также позволяет с необходимой степенью точности оценить формируемые эксплуатационные характеристики.

Практическая значимость работы заключается в разработке модели, алгоритма и программного обеспечения для определения характеристик контактного взаимодействия трущихся цилиндрических поверхностей, технологического процесса обработки деталей ИКЭМО, определении рациональных технологических режимов получения износостойкого армированного поверхностного слоя с возможностью повышения износостойкости в 1,5-2 раза.

4. Степень обоснованности и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, приведенных в диссертации.

Достоверность результатов проведенных исследований подтверждается использованием в работе стандартизованных методик проведения экспериментальных исследований, значительным количеством исследованных образцов и обработкой экспериментальных данных с применением современного программного обеспечения. В работе применено верифицированное контрольно-измерительное оборудование требуемой точности.

Обоснованность выводов и результатов диссертации подтверждается достаточным объемом анализа литературных источников с корректным указанием источников заимствования, базированием на фундаментальных положениях технологии машиностроения, трибологии, теории контактного взаимодействия деталей, молекулярно-механической теории трения и не противоречит им. Принятые граничные условия корректны, допустимы и не оказывают существенного влияния на результаты исследований. Изложенные в диссертации результаты прошли достаточную апробацию на международных и всероссийских конференциях различного уровня, подтверждаются полученным патентом на изобретение РФ, а также пройденной производственной апробацией в условиях предприятия АО «Брянский автомобильный завод».

Основные достигнутые результаты достаточно полно отражены в публикациях: соискателем в соавторстве опубликовано 27 печатных работ, в том числе 8 работ в центральных изданиях, входящих в перечень ВАК РФ, 4 работы, входящих в международную реферативную базу Scopus.

5. Личный вклад автора в разработку научной проблемы.

Автор принимал непосредственное участие в постановке цели и задач исследования, в построении математической модели интенсивности изнашивания материалов, обработанных по технологии ИКЭМО, в зависимости от режимов нагружения, подготовке и проведении экспериментальных исследований, в разработке алгоритма, программного обеспечения для определения характеристик контактного взаимодействия трущихся цилиндрических поверхностей, а также в разработке технологического процесса обработки деталей по технологии ИКЭМО.

6. Соответствие диссертации паспорту научной специальности.

Диссертация Шевцова Михаила Юрьевича является законченной диссертационной работой, проведенной на требуемом научном уровне с использованием современных методов исследований.

Работа соответствует паспорту специальности 2.5.6 – «Технология машиностроения» по следующим областям исследований:

П. 4 Совершенствование существующих и разработка новых методов обработки и сборки с целью повышения качества изделий машиностроения и снижения себестоимости их выпуска.

П. 7 Технологическое обеспечение и повышение качества поверхностного слоя, точности и долговечности деталей машин.

Работа соответствует паспорту специальности 2.5.3 – «Трение и износ в машинах» по следующим областям исследований:

П. 2 Механика и физика контактного взаимодействия при трении покоя, трении скольжения, трении качения и качения с проскальзыванием с учетом строения, качества и свойств поверхностных слоев.

П. 10 Физическое и математическое моделирование процессов трения и изнашивания. Расчет и оптимизация узлов трения и сложных трибосистем.

7. Оценка содержания и соответствие диссертации и автореферата установленным требованиям.

Диссертационная работа состоит из введения, шести глав, заключения, списка использованных источников из 111 наименований. Работа содержит 163 страницы машинописного текста, 78 рисунков, 18 таблиц. Содержание диссертации охватывает все основные вопросы, связанные с решением поставленных автором задач, определяющих научную новизну. Автореферат диссертации в полной мере отражает содержание диссертации.

Во введении обосновывается актуальность изучаемого вопроса, определяются цель и задачи исследования, сформулированы научная новизна и практическая значимость работы.

В первой главе проведен анализ современного состояния проблемы обеспечения износостойкости цилиндрических поверхностей трения деталей машин. Определены основные узлы машин, работающих в условиях трения, рассмотрены основные виды изнашивания в этих узлах, определены «слабые места» с конкретными примерами изнашиваемых поверхностей. Проведен анализ современных технологических методов повышения износостойкости цилиндрических поверхностей трения, определены наиболее перспективные.

Во второй главе приведены методики проведения теоретических и экспериментальных исследований. Отмечается, что теоретические исследования проведены на базе основных положений технологии машиностроения, трибологии, современной статистической теории и методологии и основано на моделировании процесса контактного взаимодействия и изнашивания цилиндрических поверхностей с учетом параметров шероховатости и физико-механических свойств.

Экспериментальная часть работы проводилась с помощью АСНИ (автоматизированной системы научных исследований), на специальных установках, а также современном оборудовании для определения параметров качества поверхностного слоя и физико-механических свойств деталей.

Третья глава посвящена теоретической оценке параметров контактного взаимодействия деталей с цилиндрическими поверхностями трения и разработке модели. Моделирование проведено для условий скользящего контакта двух цилиндрических поверхностей. В качестве модели изнашивания цилиндрических поверхностей трения получена кинетическая модель, учитывающая параметры качества поверхностного слоя, коэффициент упрочнения и физико-механические свойства, а также условия трения. Проведена проверка адекватности моделирования.

В четвертой главе рассмотрены вопросы технологического обеспечения процесса упрочнения по технологии ИКЭМО. Установлены рациональные технологические режимы обработки, а также формируемые параметры качества поверхностного слоя образцов после обработки.

В пятой главе проведена экспериментальная оценка технологических возможностей предлагаемой технологии комбинированного упрочнения ИКЭМО. Проведены сравнительные испытания износостойкости современных твердых антифрикционных покрытий и модифицированных поверхностных слоев. Установлена, что предлагаемая технология ИКЭМО является предпочтительной по сравнению с рассмотренными методами. Представлены результаты оценки качества поверхностного слоя и микроструктуры.

В шестой главе разработаны технологические рекомендации по применению технологии ИКЭМО, представлены результаты промышленной апробации на АО «Брянский автомобильный завод», в результате которых установлена возможность повышения ресурса пары трения «сателлит – ось сателлита» более чем в 2 раза, приведен расчет экономического эффекта от внедрения технологии ИКЭМО.

В заключении приведены основные результаты проведенного диссертационного исследования.

8. Замечания по работе.

Отмечая достоинства диссертационной работы, необходимо также указать ее недостатки и сделать замечания.

1. Из рисунка 3.6 (страница 98) средний коэффициент поверхностного упрочнения составляет $k_{cp} = 2,3$, однако на странице 97 отмечается, что k_{cp} принят равным 2,85.

2. В пункте 3.3 проведена проверка адекватности моделирования. Приведены диаграммы сравнения теоретических и экспериментальных данных (рисунок 3.8), однако из текста не ясно, каким образом проводилась оценка адекватности моделирования (например, по критерию Фишера).

3. На странице 111 указывается последовательность выполнения технологических операций комбинированной электромеханической обработки (ИКЭМО), которая позволяет создавать в поверхностном слое благоприятные сжимающие остаточные напряжения. На 5 этапе предусмотрено чистовое шлифование, в результате которого произойдет формирование растягивающих напряжений. Насколько целесообразно проведение шлифования и возможно ли обеспечить требуемую шероховатость сразу после процесса ИКЭМО?

4. Экспериментальные испытания по изнашиванию проводились при скоростях скольжения 0,52...1,05 м/с. Однако, в реальных условиях дифференциалы могут работать при более высоких скоростях (таблица 1.1, страница 45). Целесообразно дополнить исследование данными для экстремальных режимов, например при скорости скольжения 4 м/с.

5. В первой главе отмечается, что применение комплексных показателей позволяет эффективно управлять качеством поверхностных слоев (например, S_x , формула 1.1, страница 43). Возможно ли применить этот или аналогичные комплексные показатели в данной работе?

Однако отмеченные недостатки и замечания носят частный характер и не снижают общую положительную оценку работы.

9. Заключение.

Диссертационная работа Шевцова Михаила Юрьевича «Технологическое повышение износостойкости деталей дифференциала имплантацией материалов на основе карбида вольфрама», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.6 – Технология машиностроения и 2.5.3 – Трение и износ в машинах, представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную автором на высоком техническом уровне. В ней изложены научно-обоснованные положения, направленные на решение актуальной задачи машиностроения – обеспечения и повышения износостойкости интенсивно нагруженных

цилиндрических деталей машин, работающих в условиях трения. Результаты работы вносят вклад в развитие технологических методов повышения качества поверхностного слоя.

Сформулированные автором положения, выводы и рекомендации обладают научной новизной, теоретической и практической значимостью и нашли свое применение в области повышения ресурса и обеспечения износостойкости деталей и узлов автомобильной техники. Содержание диссертационной работы в полной мере отражено в опубликованных научных работах. Автореферат достоверно и полностью отражает содержание, основные идеи и выводы диссертационной работы.

Диссертация полностью отвечает требованиям пп. 9-14 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24.09.2013 г., предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, а её автор, Шевцов Михаил Юрьевич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.6 – Технология машиностроения и 2.5.3 – Трение и износ в машинах.

Официальный оппонент: кандидат технических наук (специальность 05.02.08 – Технология машиностроения), доцент, заведующий кафедрой «Технология машиностроения» ФГБОУ ВО «Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета имени А. Г. и Н. Г. Столетовых» (МИ ВлГУ)
Телефон: +7 (49234) 77-1-44; e-mail: yashin2102@yandex.ru

Яшин Александр Васильевич

18.04.2025г.

Адрес: 602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23.

Телефон: +7 (49234) 77-1-01

E-mail: oid@mivlgu.ru

Личную подпись Яшина А.В. заверяю
Ученый секретарь Ученого совета
МИ ВлГУ



/Полулях О.Н./