

## ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, профессора Карагодина Виктора Ивановича на диссертационную работу Быкони Андрея Николаевича на тему «Повышение качества восстановления корпусных деталей автомобилей эластомерными нанокompозитами после инфракрасной обработки», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, библиографического списка из 135 наименований. Работа представлена на 177 страницах машинописного текста, включает 86 рисунков и 10 таблиц. Приложения включают 8 наименований и представлены на 8 страницах.

### 1. Актуальность темы

Автор однозначно и четко формулирует свою позицию, утверждая, что основным направлением снижения материальных затрат при ремонте машин является восстановление изношенных деталей, особенно наиболее дорогих корпусных деталей. Это вопрос не только технический, но и идеологический, вопрос государственной технической политики.

Нужно признать, что последнее время в этом вопросе приходится испытывать сильнейшее давление чуждой нам идеологии. Испокон веков все ведущие мировые автопроизводители занимались восстановлением изношенных деталей. В нашей стране были достигнуты огромные успехи в технологии и организации этой ветви ремонтного производства, вплоть до создания специализированных заводов ЦВИД – централизованного восстановления изношенных деталей.

В силу известных причин отечественное автомобилестроение уступило свои позиции на рынке подвижного состава и услуг по его техническому сервису. Дилеры зарубежных производителей внесли в эту сферу определенную культуру, но вместе с тем и политику двойных стандартов. Они с подчеркнутым резонёрством поучают нас, что при сервисе автомобилей необходимо использовать только оригинальные запасные части, то есть те запасные части, которые именно они производят, именно они продают и именно они устанавливают на эти детали цены.

В ряде НИР, в том числе выполненных научной школой профессора Ли Р.И., доказано, что при соблюдении определенных условий ресурс восстановленных сопряжений больше ресурса тех же сопряжений у новых изделий. Развитие этих научных и практических достижений трудно переоценить, особенно в современных экономических условиях нашей страны.

В связи с этим тема диссертационной работы Быкони А.Н., посвященная обоснованию прогрессивной технологии восстановления корпусных деталей автомобилей, является, несомненно, актуальной.

## **2. Научная новизна исследований и полученных результатов**

В диссертации решена новая научная задача обоснования принципиальных решений, рабочих режимов и технологических параметров прогрессивной технологии восстановления посадок подшипниковых узлов корпусных деталей автомобилей и тракторов с помощью нанокompозита на основе эластомера Ф-40С.

Автором впервые разработана математическая модель инфракрасного нагрева и метод расчета режимных, конструктивных и технологических параметров инфракрасной обработки корпусных деталей при их восстановлении полимерным материалом, экспериментально исследованы параметры нагрева корпусных деталей, деформационно-прочностные и адгезионные свойства восстановленных сопряжений, получена регрессионная модель удельной работы разрушения пленок эластомерного нанокompозита после инфракрасной обработки, новые зависимости показателей свойств и долговечности посадок подшипниковых узлов, восстановленных нанокompозитом на основе эластомера Ф-40С, от влияющих факторов.

Установлено, что разработанная технология эффективна для восстановления посадок подшипников с диаметральным износом до 0,24 мм. Предложенные решения обеспечивают повышение прочности, долговечности и теплопроводности восстановленных сопряжений.

## **3. Степень обоснованности и достоверности научных результатов и выводов, сформулированных в диссертации**

В рассматриваемой диссертации критически проанализированы достижения и теоретические положения предшествующих исследователей по вопросам восстановления деталей полимерными материалами, изложенные в 135 источниках, включая зарубежные источники по теме исследования.

Изучение выводов, научных результатов и основных положений диссертации позволило установить, что соискатель достаточно ясно владеет вопросом и четко излагает доказательства правильности своих научных результатов и выводов. Автором корректно использованы апробированные опытом теории, методики, а также применены расчетные методы математической статистики.

Обоснованность и достоверность результатов исследований, выводов и рекомендаций достигаются корректным обоснованием ограничений и допущений, принятых в ходе исследования, достаточно полным учетом влияющих факторов, применением современного математического аппарата.

Выводы и рекомендации, представленные в диссертации, получены на основе результатов теоретических и экспериментальных исследований. Заключение в диссертационной работе включает восемь выводов.

Вывод 1 имеет новизну, поскольку отражает факт разработки автором метода и компьютерной программы расчета конструктивных и режимных параметров инфракрасной установки для терморadiационной обработки полимерных покрытий при восстановлении изношенных корпусных деталей автомобилей. Он также достоверен, так как показывает хорошую согласованность теоретических и экспериментальных данных.

Вывод 2 отражает разработку автором оригинальной конструкции стенда для исследования контактных напряжений и долговечности подшипников качения, отличающаяся от аналогов компактностью и большей функциональностью. Вывод достоверен, так как подкреплён патентом на изобретение РФ №2719624.

Вывод 3 имеет новизну, так как автором впервые получена регрессионная модель зависимости удельной работы разрушения пленок нанокompозита на основе эластомера Ф-40С от режима инфракрасной термической обработки, определен оптимальный режим нагрева и установлено, что после инфракрасной обработки в сравнении с конвективным способом прочность пленок нанокompозита увеличилась в 1,13 раза, деформация в 1,32 раза, модуль упругости при растяжении – на 3%, а сжатия – на 5,4%. Он также достоверен, так как эти выводы получены в результате корректно поставленных автором экспериментальных исследований.

Вывод 4 также имеет новизну и достоверен, так как подтверждает факт, что в сравнении с конвективным способом термическая обработка покрытий нанокompозита эластомера Ф-40С терморadiационным способом существенно повышает качество покрытий: площадь разрушенного покрытия уменьшается в 1,33 раза, концентрация пор в покрытии – в 1,24 раза и размер пор – на 15%.

Вывод 5 показывает, что наполнение эластомера наночастицами алюминия увеличивает коэффициент теплопроводности нанокompозита в 37,6 раза, что позволит повысить теплоотвод, обеспечить более благоприятные условия работы подшипниковых узлов и повысить их долговечность.

Вывод 6 объясняет влияние установленных закономерностей на долговечность подшипниковых узлов. Так, в подшипнике 209 с посадкой из эластомерного нанокompозита по сравнению со стандартной посадкой площадь пятна контакта нагруженных тел с дорожками качения наружного кольца, в зависимости от радиальной нагрузки на подшипник, увеличивается от 1,33 до 1,56 раза, что снижает контактные напряжения до 1,8 раза. Достоверность вывода подтверждена экспериментально.

Вывод 7 определяет сферу практического применения результатов исследования. На основе анализа ресурса подшипниковых узлов, восстановленных нанокompозитом эластомера Ф-40С при различной толщине покрытия, рекомендовано восстанавливать предложенным и исследованным спосо-

бом изношенные посадочные отверстия в корпусных деталях автомобилей с диаметральным износом до 0,24 мм. Достоверность вывода также подтверждена экспериментально.

Вывод 8 также является новым и достоверным, так как включает сведения о новой технологии восстановления, информацию о внедрении технологии в производство и экономическом эффекте от внедрения.

#### **4. Значимость для науки и практики выводов и рекомендаций диссертации**

Практическую значимость имеют технология и технологическое оборудование для восстановления подшипниковых узлов в корпусных деталях автомобилей нанокompозитом на основе эластомера Ф-40С, внедренная в ПХ ОКА МОЛОКО – Южное ООО «ОКА МОЛОКО» Александро-Невского района Рязанской области. Новая технология рекомендуется для восстановления посадок подшипников с диаметральным износом до 0,24 мм.

Полученные в диссертационной работе результаты могут быть использованы научными и проектными организациями при исследовании и разработке новых технологий восстановления посадок подшипников с применением полимерных композиционных материалов конструкционного и функционального назначения, а также в учебном процессе вузов при подготовке специалистов по ремонту автомобилей, строительных, сельскохозяйственных и других машин.

#### **5. Критические замечания и недостатки**

Положительно оценивая рассматриваемую работу в целом, необходимо сделать ряд замечаний.

1. Стр. 54-55. Следовало бы укрупнить задачи исследования, соответственно уменьшив их число. Например, 3-ю, 4-ю и 5-ю задачи можно сформулировать: «исследовать свойства покрытий», а затем раскрыть, какие именно свойства имеются в виду.

2. Стр. 57. При расчете тепловых потоков, получаемых и отдаваемых подшипниковыми щитами и стенками, учтена только площадь поверхности щитов и стенок, но не учтена их толщина, а также объем внутренней полости корпусной детали.

3. Стр. 88. При проведении эксперимента посадочные отверстия под подшипники растачивали в размер, обеспечивающий зазор в сопряжении «корпус-подшипник», который имитирует износ. Имитировались ли при этом нарушения формы поверхности (овальность, конусность и др.)?

4. Стр. 89. Для экспериментальных исследований взяты детали автомобилей устаревших моделей ГАЗ-24 и ГАЗ-53. Обозначения моделей также устаревшие.

5. Долговечность подшипника (стр. 106) и подшипникового узла (стр. 107) приведена в млн оборотов, количестве циклов и в часах. Хотелось бы иметь представление о долговечности в тысячах километров пробега автомобиля.

6. Стр. 158 – сравнение при расчете экономической эффективности предлагаемой технологии с вариантом приобретения новых деталей представляется недостаточно корректным. За базу для сравнения следовало взять любую другую из известных технологий восстановления посадок подшипников.

### **6. Степень завершенности диссертации в целом и качество оформления**

Диссертационная работа в целом имеет завершенный характер. Качество оформления соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям.

Автор имеет 25 печатных работ, в том числе 2 публикации в рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК, 4 патента на изобретение РФ, 5 публикаций в изданиях, включенных в систему цитирования Scopus, 3 публикации в изданиях, включенных в систему цитирования Agris. Публикации соискателя Быкони А.Н. в полной мере отражают основные результаты диссертации.

Структура автореферата представлена в классической форме. В автореферате отражены основные положения диссертации, которые позволяют получить достаточно полное представление о сущности выполненной работы, оценить ее научную и практическую значимость. Автореферат в целом соответствует основным идеям и выводам диссертации и достаточно полно отражает ее основное содержание.

### **Заключение**

Изложенный материал дает основание считать, что диссертационная работа Быкони Андрея Николаевича по содержанию, форме, актуальности, полноте поставленных и решенных задач, совокупности новых научных результатов, в достаточной степени аргументированных, отвечает требованиям п. 9. «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям.

За решение новой научной задачи обоснования принципиальных решений, рабочих режимов и технологических параметров прогрессивной технологии восстановления посадок подшипниковых узлов корпусных деталей автомобилей и тракторов с помощью нанокompозита на основе эластомера Ф-40С, обеспечивающей повышение качества и долговечности восстановленных посадок, и имеющей важное значение в области технологии техниче-

