

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

диссертационного совета 35.2.022.02 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Мичуринский государственный аграрный университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, по диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от «18» января 2024 г. № 1

О присуждении Псареву Дмитрию Николаевичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени доктора технических наук.

Диссертация «Технологические основы восстановления посадок подшипников качения в узлах сельскохозяйственной техники полимерными наноконструкциями» по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса принята к защите 06 октября 2023 года, протокол № 8, диссертационным советом 35.2.022.02 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Мичуринский государственный аграрный университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 393760, Тамбовская обл., г. Мичуринск, ул. Интернациональная, 101, утвержден приказом Министерства науки и высшего образования РФ № 487/нк от 22.03.2023 года (с изменениями приказ №897/нк от 25.04.2023 года, приказ №2288/нк от 12.12.2023 года).

Соискатель Псарев Дмитрий Николаевич, 23 января 1987 года рождения.

Диссертацию на соискание учёной степени кандидата технических наук на тему: «Технология нанесения полимерных покрытий на подшипники качения для восстановления посадок корпусных деталей сельскохозяйственной техники» защитил в 2015 году в диссертационном совете ДМ 220.041.03 при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Мичуринский государственный аграрный университет», по специальности 05.20.03 Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве.

В период подготовки диссертации соискатель работал и продолжает работать в должности доцента кафедры стандартизации, метрологии и технического сервиса федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Мичуринский государственный аграрный университет» (ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ), Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре стандартизации, метрологии и технического сервиса ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

**Научный консультант** – доктор технических наук, профессор Ли Роман Иннакентьевич, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Липецкий государственный технический

университет», кафедра «Транспортные средства и техносферная безопасность», заведующий.

**Официальные оппоненты:**

Зорин Владимир Александрович – заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет» (МАДИ), кафедра производства и ремонта автомобилей и дорожных машин, заведующий;

Михальченков Александр Михайлович – доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный аграрный университет», кафедра технического сервиса, профессор;

Жачкин Сергей Юрьевич – доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I», кафедра эксплуатации транспортных и технологических машин, профессор – дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный аграрный университет», г. Казань, в своем положительном заключении, подписанном Адигамовым Наилем Рахатовичем, доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой «Эксплуатация и ремонт машин», указала, что диссертационная работа Псарева Д.Н. представляет собой самостоятельную, завершённую научно-квалификационную работу, выполненную на высоком научном, методическом и техническом уровне, в которой комплексно решена научная проблема исследования и разработки полимерных нанокомпозитов, способов, технических средств и технологий восстановления подшипниковых узлов техники, изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения, позволяющие снизить затраты на ремонт и повысить надёжность сельскохозяйственной техники, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие АПК страны.

Диссертация соответствует требованиям и критериями п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 года № 842, а её автор Псарев Дмитрий Николаевич заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

Соискатель имеет 74 опубликованные работы по теме диссертации, в том числе 17 публикаций в изданиях, включенных в систему цитирования Scopus, 21 публикацию в рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК Минобрнауки, получено 4 патента на изобретение РФ. Общий объем публикаций составляет 47,2 п.л., автору принадлежит 32,9 п.л.

**Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:**

1. **Psarev, D. N.** Theoretical Concerns in Selection of Metal Nanosized Fillers for the F-40 Elastomer Composition / R. I. Li, D. N. Psarev, M. R. Kiba – Текст :

непосредственный // Polymer Science, Series D. – 2019. – Vol. 12, №1 – Pp. 15–19.

2. **Psarev, D. N.** Modification of anaerobic sealants by metal nanoparticles/ R. I. Li, D. N. Psarev, V. A. Malyugin – Текст : непосредственный // Polymer Science, Series D. – 2019. – Vol. 12, №4 – Pp. 376–380.

3. **Psarev, D. N.** A mathematical model of infrared heating of auto body parts during restoration by a polymer material/ R. I. Li, D. N. Psarev, A. N. Bykonya – Текст : непосредственный // Polymer Science, Series D. – 2020. – Vol. 13, №2 – Pp. 172–176.

4. Псарев, Д. Н. Технология механизированного нанесения полимерных покрытий на подшипники качения / Д. Н. Псарев, Р. И. Ли, В. В. Хатунцев [и др.] – Текст : непосредственный // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т.30, №5. – С. 86-88

5. **Псарев, Д. Н.** Модификация эластомера для восстановления корпусных деталей автотракторной техники / Р. И. Ли, Д. Н. Псарев, М. Р. Киба – Текст : непосредственный // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2018. – Т.13. – №3(50). – С. 90-95.

6. **Псарев, Д. Н.** Стойкость к старению и вибрационным нагрузкам полимерного композиционного материала на основе анаэробного герметика «АН-111» / А. С. Кононенко, Д. Н. Псарев, А. Б. Рожнов – Текст : непосредственный // Вестник ФГОУ ВПО «МГАУ имени В.П. Горячкина». – 2019. – №5(93). – С. 4-8.

7. **Псарев, Д. Н.** Перспективный эластомерный нанокомпозит для восстановления корпусных деталей / А. И. Завражнов, Р. И. Ли, Д. Н. Псарев, А. Ю. Мельников – Текст : непосредственный // Сельский механизатор. – 2021. – №8. – С. 30-32.

8. **Псарев, Д. Н.** Механические свойства и качество эластомерных покрытий после инфракрасной обработки / Р. И. Ли, Ю. Н. Ризаева, А. Н. Быконя, Д. Н. Псарев, М. Р. Киба – Текст : непосредственный // Наука в центральной России. – 2022. – №4(58). – С. 110-121.

9. **Псарев, Д. Н.** Термостойкость посадок подшипников качения, восстановленных эластомерными нанокомпозитами / Р. И. Ли, Ю. Н. Ризаева, А. Ю. Мельников, Д. Н. Псарев, М. Р. Киба – Текст : непосредственный // Наука в центральной России. – 2022. – №4(58). – С. 122-130.

10. **Псарев, Д. Н.** Фрактальный анализ структуры и механические свойства эластомерного нанокомпозита для восстановления деталей техники / Р. И. Ли, Д. Н. Псарев, А. Ю. Мельников – Текст : непосредственный // Аграрный научный журнал. – 2023. – №8. – С. 134-138.

На диссертацию и автореферат поступило 11 положительных отзывов из следующих организаций: ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, заведующий кафедрой «Метрология, стандартизация и управление качеством», доктор технических наук, профессор, Леонов Олег Альбертович, профессор кафедры «Метрология, стандартизация и управление качеством», доктор технических наук, доцент, Шкаруба Нина Жоровна; доцент кафедры «Метрология, стандартизация и управление качеством», кандидат технических наук, доцент,

Вергазова Юлия Геннадьевна, замечания: 1. Из автореферата не ясно, какой показатель фрактального анализа отражает качество формируемых составов эластомерных нанокомпозитов. 2. Из автореферата не ясно, нужно ли предварительно, перед нанесением состава, механически обрабатывать поверхность отверстия корпусной детали (снимать слой металла) и какова должна быть шероховатость данной поверхности. 3. Какова будет разностенность формируемого покрытия и как она отразится на отклонении от соосности оси вала?; ФГБОУ ВО МАДИ, профессор кафедры «Дорожно-строительные машины», доктор технических наук, профессор, Карагодин Виктор Иванович, замечания: 1. Отсутствуют рекомендации об использовании результатов работы не только в агропромышленном комплексе, но и в других отраслях, где восстановление используемой техники предлагаемыми методами может быть весьма эффективным; ФГБОУ ВО Вавиловский университет, профессор кафедры «Техническое обеспечение АПК», доктор технических наук, профессор, Сафонов Валентин Владимирович, замечания: 1. В формулах, представленных в автореферате, используется показатель  $ds$  шероховатость поверхности наночастиц наполнителя. Однако не ясно, каким образом он был определен. 2. Из автореферата не ясно, контролировалось ли при приготовлении полимерного нанокомпозита равномерность распределения наночастиц в слое матрицы и чем обеспечивалась равномерность. 3. Из автореферата не понятно, за счет чего увеличивается ресурс сопряжения «подшипник-корпус» восстановленного полимерным нанокомпозитом. В то время как известно, что при изготовлении это сопряжение собирается с зазором или имеет переходную посадку для обеспечения проворачивания наружного кольца под действием толчков и вибрации с целью обеспечения равномерного износа.; ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ, заведующий кафедрой «Технический сервис и инженерные дисциплины», кандидат технических наук, доцент, Шистеев Алексей Валерьевич, ведущий научный сотрудник кафедры «Технический сервис и инженерные дисциплины», доктор технических наук, профессор, Бураев Михаил Кондратьевич, замечания: 1. Не ясны способ и средства нанесения нанокомпозита на восстанавливаемую поверхность. 2. Не названы эксплуатационные границы применимости предложенной технологии восстановления. Возможно ли ее использование в условиях Сибири и крайнего Севера?; ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, доцент кафедры технической механики и конструирования машин, доктор технических наук, доцент, Тимашов Евгений Петрович, замечания: 1. В автореферате не представлено обоснование выбора экспериментальных образцов для инфракрасного нагрева (стр. 11). 2. На стр. 33 представлено сопоставление ресурса подшипника 209 с посадками, восстановленными нанокомпозитами, с расчетным ресурсом. Величины ресурса подшипника с восстановленными посадками тоже расчетные? 3. В формуле (4) опечатка; ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», профессор кафедры автомобилей и сервиса, доктор технических наук, профессор, Волков Владимир Сергеевич, замечания: 1. Не указаны допущения при разработке расчётных моделей и условия их адекватности. 2. Не затронут вопрос об изменении наработки до отказа и на отказ восстанавливаемых подшипниковых узлов.; ФГБОУ ВО «Верхневолжский ГАУ», заведующий кафедрой технического сервиса и механики,

кандидат технических наук, доцент, Терентьев Владимир Викторович, профессор кафедры технического сервиса и механики, доктор технических наук, профессор, Баусов Алексей Михайлович, замечания: 1. Чем обосновано значение поправочного коэффициента  $K=220$  (см. формулу 18, стр. 17 автореферата) при расчете удельной поверхности металлических наночастиц? 2. Не исследовано влияние формы наночастиц на характеристики полученных нанокомпозитов. 3. Чем обусловлен выбор для исследования алюминиевого и медного нанопорошков? 4. В работе утверждается, что характеристики полученных нанокомпозитов в основном определяются характеристиками полученных межфазных слоев на границе раздела полимер-наполнитель, при этом в эластомерных композитах образуется от одного до трех межфазных слоев. Однако непонятно, как определялось количество этих слоев?; Набережночелнинский институт (филиал) ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», доцент кафедры эксплуатации автомобильного транспорта (ЭАТ), кандидат технических наук Аюкин Зульфат Ахатович, профессор кафедры ЭАТ, доктор технических наук, профессор, Кулаков Александр Тихонович, замечания: 1. Автором не приведены результаты оценки надежности и себестоимости процесса восстановления предложенным методом в сравнении с методом установки ремонтной втулки (на примере корпуса коробки передач автомобиля ГАЗ-53); ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», декан автомобильно-дорожного института, профессор кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта», доктор технических наук, профессор, Родионов Юрий Владимирович, замечания: 1. Из автореферата не ясно, почему были приняты значения радиальной нагрузки  $P=3471; 4166; 4860$  Н (рис.7, с.34)? 2. Не указано, при каком количестве восстановленных корпусных деталей достигается заявленный годовой экономический эффект. 3. С какой целью в рекомендациях производству происходит разделение на сельскохозяйственную и автотракторную технику?; ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, доцент кафедры надежности и ремонта машин, кандидат технических наук, доцент Логачев Владимир Николаевич, замечания: 1. В заключении работы представлено большое расхождение расчетных и фактических значений, во 2 пункте – 7%, в 5 пункте – 14%. 2. В автореферате нет данных о продолжительности эксплуатационных испытаний и численной оценки надежности восстановленной техники; ФГБНУ «Росинформагротех», заведующий отделом научно-информационного обеспечения инновационного развития АПК, доктор технических наук, профессор, Голубев Иван Григорьевич, замечания: 1. На стр. 12 указано, что за критерий долговечности принимали увеличение радиального зазора. Однако долговечность подшипниковых узлов определяется также усилием распрессовки кольца на валу, которое зависит от натяга в соединении (стр. 12). 2. В качестве практических рекомендаций следовало бы разработать технологическую карту восстановления конкретного подшипникового узла, например коробки передач трактора, с указанием используемых материалов и режимов. 3. В выводе 12 (заключение стр.39) следует указать для какой программы восстановления деталей рассчитан годовой экономический эффект.

Все отзывы положительные, отмечают актуальность темы диссертации, научную новизну, практическую значимость результатов работы и содержат заключение о том, что диссертация выполнена на высоком научном уровне и отвечает требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор Псарев Дмитрий Николаевич заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается** их широкой известностью своими достижениями в данной отрасли науки, наличием публикаций в соответствующей сфере исследования и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

**разработана концепция создания технических и технологических решений, обеспечивающих разработку состава полимерных нанокомпозитов, способов и технических средств их обработки, технологий повышающих качество восстановления и увеличение ресурса подшипниковых узлов сельскохозяйственной техники;**

**предложены методология исследования и выбора, на основе фрактального анализа наночастиц наполнителей, расчета теплофизических и механических свойств полимерных нанокомпозитов, математические модели инфракрасного нагрева подшипниковых щитов электродвигателей и корпусных деталей автотракторной техники, методы и компьютерные программы расчета конструктивных и режимных параметров установок инфракрасной сушки полимерных покрытий в корпусных деталях;**

**доказана перспективность применения полимерных нанокомпозитов, ультразвукового, механизированного, инфракрасного и механического способов обработки материалов при восстановлении посадок подшипников качения в узлах сельскохозяйственной техники;**

**введены новые понятия – фрактальный анализ структуры полимерных нанокомпозитов, предназначенных для восстановления посадок подшипников качения в узлах техники.**

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

**доказаны закономерности повышения теплопроводности, тепло- и термостойкости, увеличения деформационно-прочностных и адгезионных свойств полимерных нанокомпозитов, наполненных дисперсными, металлическими наночастицами, улучшения их структуры после ультразвукового смешения и диспергирования, повышения качества полимерных посадок после инфракрасной и механической обработки, увеличения ресурса восстановленных подшипниковых узлов;**

**применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс существующих базовых методов исследования, в т.ч. фрактальный, регрессионный и дисперсионный анализы, известные и оригинальные экспериментальные методики эксплуатационных испытаний восстановленной техники;**

**изложены** доказательства повышения теплофизических и механических свойств полимерных нанокомпозитов за счет наполнения дисперсными металлическими наночастицам, улучшения структуры нанокомпозитов, роста качества нанокомпозитных покрытий после ультразвуковой и инфракрасной обработки, повышения точностных характеристик восстановленных подшипниковых отверстий после калибрования, снижения контактных напряжений и увеличения ресурса подшипников на полимерной посадке, высокой долговечности восстановленных посадок подшипников;

**раскрыты** факторы, влияющие на: теплофизические и механические свойства полимерных нанокомпозитов; инфракрасный нагрев корпусных деталей сельскохозяйственной техники;

**изучены** теплопроводность, тепло- и термостойкость, деформационно-прочностные и адгезионные свойства нанокомпозитов на основе эластомеров и реактопластов, структура нанокомпозитов, дефектность нанокомпозитных покрытий после ультразвуковой и инфракрасной обработки, влияние калибрования на точностные характеристики восстановленных подшипниковых отверстий, трибологические параметры и ресурс подшипников на полимерной посадке, долговечность восстановленных посадок подшипников при циклическом нагружении;

**проведена** модернизация методики фрактального анализа структуры полимерных нанокомпозитов, определения их теплопроводности, экспериментальных исследований, обеспечивающая получение новых результатов по теме диссертации.

**Значение** полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

**разработаны и внедрены** технологии восстановления посадок подшипников в корпусных деталях и на валах нанокомпозитами на основе эластомеров Ф-40, Ф-40С и герметика АН-111, которые внедрены в ООО «Сосновка-Зернопродукт», ФГБУ «ОС «Мичуринская» Мичуринского района Тамбовской области, ЗАО «Агрофирма «Русь» Лебедянского района Липецкой области и ПХ ОКА МОЛОКО – Южное ООО «ОКА МОЛОКО» Александрово-Невского района Рязанской области, в промышленных и машиностроительных предприятиях Центрально-Черноземного региона: ООО «Липецкий механический завод» (г. Липецк), АО «Центр технологической компетенции аддитивных технологий», ООО «ИНОКС РЕМ» (г. Воронеж);

**определены** перспективы практического использования: научные учреждения при исследовании и разработке новых полимерных композиционных материалов и технологий восстановления, вузы в учебном процессе по соответствующим дисциплинам, ремонтно-обслуживающие, сельскохозяйственные и перерабатывающие предприятия АПК при ремонте сельскохозяйственной техники, промышленные и машиностроительные предприятия при ремонте технологического оборудования;

**создана** система практических рекомендаций по повышению эффективности восстановления посадок подшипников качения на валах и в корпусных деталях техники;

**представлены** технологические рекомендации производству.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**для экспериментальных работ** результаты получены на сертифицированном оборудовании, обоснован выбор и точность исследовательского оборудования и приборов, в работе показана воспроизводимость результатов исследования;

**теория** построена на известных положениях теплопроводности, тепло- и термостойкости, прочности и деформации полимерных нанокompозитов на основе фрактального анализа, теории тепло- и массообмена, она согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации;

**идея базируется** на обобщении передового научного и производственного опыта по теме диссертации;

**использованы** авторские данные и ссылки на литературные источники по рассматриваемой тематике;

**установлено** соответствие авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике;

**использованы** современные методики сбора и обработки исходной информации, современные стандартные и специальные методы исследований, обоснование выбора объектов и методов исследования, обеспечивающие воспроизводство результатов исследований.

**Личный вклад соискателя** состоит в непосредственном участии соискателя в получении и анализе исходных данных, разработке научной гипотезы исследований, развитии теории упрочнения полимерных нанокompозитов, создании математических моделей инфракрасного нагрева корпусных деталей техники, подготовке и проведении научных экспериментов, обработке и представлении экспериментальных данных, личном участии соискателя в апробации результатов исследований в 19 международных и всероссийских научно-практических конференциях, подготовке 74 основных публикаций по выполненной работе, разработке оригинальных нанокompозитов на основе эластомеров и реактопластов, а также технологий восстановления посадок подшипников качения на валах и в корпусных деталях техники.

Соискатель Псарев Д.Н. ответил, на задаваемые ему в ходе заседания диссовета вопросы, частично согласился с замечаниями и привел собственную аргументацию, обосновав свою точку зрения.

Диссертационная работа Псарева Дмитрия Николаевича раскрывает все поставленные задачи изучаемой научной проблемы, представляет собой самостоятельную, завершенную научно-квалификационную работу, соответствует пункту 20 паспорта специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса и отвечает требованиям и критериям пунктов 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 года № 842.

На заседании 18 января 2024 года диссертационный совет принял решение за новые научно обоснованные технические и технологические решения по разработке полимерных нанокompозитов, способов, технических средств и тех-



нологий восстановления подшипниковых узлов техники, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие АПК страны, присудить Псареву Дмитрию Николаевичу ученую степень доктора технических наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 8 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 16 человек, входящих в состав совета, проголосовали: «за» – 15, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель  
диссертационного  
совета 35.2.022.02,  
доктор технических наук, доцент

Ланцев В.Ю.

Учёный секретарь  
диссертационного  
совета 35.2.022.02,  
кандидат технических наук, доцент

Криволапов И.П.



18 января 2024 г.