

Научная статья

УДК: 629.01

DOI 10.18101/2306-2363-2025-4-31-35

Техническое обслуживание и ремонт автотракторных двигателей

© Болоев Петр Антонович

доктор технических наук, профессор,

Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова

Россия, 670000, г. Улан-Удэ, ул. Смолина, 24а

pboloev@mail.ru

© Бодякина Татьяна Владимировна

аспирант,

Иркутский государственный аграрный университет имени А. А. Ежевского

Россия, 664038, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, 1/1

Bodt1981@yandex.ru

© Елтошкина Евгения Валерьевна

кандидат технических наук, доцент,

Иркутский государственный аграрный университет имени А. А. Ежевского

Россия, 664038, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, 1/1

EEV_baikal2005@mail.ru

© Миронов Геннадий Доржиевич

аспирант,

Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова

Россия, 670000, г. Улан-Удэ, ул. Смолина, 24а

box.gmrr@gmail.com

© Нечкин Вадим Николаевич

аспирант,

Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова

Россия, 670000, г. Улан-Удэ, ул. Смолина, 24а

nvoofficalpro@mail.ru

© Занаева Галина Бимбаевна

студентка,

Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова

Россия, 670000, г. Улан-Удэ, ул. Смолина, 24а

zanaevag@bk.ru

Аннотация. В статье рассматриваются возможности применения нанокристаллических материалов и нанотехнологий при техническом обслуживании и ремонте автотракторных двигателей. Отмечается, что наноматериалы обладают повышенной твердостью, прочностью, демпфирующими свойствами и износостойкостью по сравнению с традиционными крупнозернистыми материалами. Представлены методы нанесения нанопокрытий — плазменное, магнетронное, вакуумное напыление, гальванические и лазерные технологии, которые позволяют восстанавливать изношенные детали с ресурсом, сопоставимым или превышающим ресурс новых изделий. Особое внимание уделено восстановлению прецизионных деталей топливной аппаратуры, коленчатых

валов и подшипников, а также применению композиционных нагревательных покрытий на основе нанодисперсного углерода для улучшения эксплуатационных характеристик двигателей в условиях резко континентального климата Восточной Сибири.

Ключевые слова: нанокристаллические материалы, нанотехнологии, техническое обслуживание, ремонт двигателей, износостойкость, демпфирование, плазменное напыление, композиционные покрытия, автотракторная техника.

Для цитирования

Техническое обслуживание и ремонт автотракторных двигателей / П. А. Болоев, Т. В. Бодякина, Е. В. Елтошкина, Г. Д. Миронов, В. Н. Нечкин, Г. Б. Занаева // Вестник Бурятского государственного университета. Химия. Физика. 2025. Вып. 4. С. 31–35.

Возможности практического исследования нанокристаллических материалов обусловили изучение их твердости, прочности, упругости, пластичности и других механических свойств. Среди механических свойств нанокристаллических материалов необходимо отметить необычайно высокую твердость, обеспечивающую сопротивление изнашиванию. При обычных условиях (300К) микротвердость нанокристаллических материалов в 2-7 раз выше, чем у крупнозернистых материалов [1].

Управление структурой нанокристаллических материалов является эффективным средством достижения высокой прочности на растяжение в сочетании с хорошей ковкостью.

Прочность на растяжение нанокристаллических металлов в 1,5–8 раза выше, чем у крупнозернистых материалов [2].

Важной проблемой является демпфирование колебаний металлических материалов. Повышение демпфирующих свойств снижает вредное воздействие циклических нагрузок, вызывающих большинство аварий и поломок; уменьшает шумы, связанные с вибрацией механизмов; благодаря гашению вибрации способствует повышению точности измерительных приборов при диагностике.

Нанокристаллические материалы сочетают повышенные прочностные и демпфирующие свойства, а у обычных материалов при повышении демпфирующих свойств прочность снижается.

Следует отметить также сверхпластичность керамических наноматериалов. Сверхпластичность керамики впервые была обнаружена в 1985 г. на поликристаллическом оксиде ZnO_2 , позднее на двухфазной композиционной керамике Si_3N_4/SiC и на других керамических материалах [2]. Сверхпластичность керамики в наибольшей степени проявляется при размере зерен менее 1 мкм, причем также при повышении температуры до 800–900 К.

У деталей двигателей автотракторной техники достаточно много случаев работы в условиях резко переменной нагрузки. К ним относятся детали цилиндроворшневой группы, подшипники коренных и шатунных деталей, газораспределительного механизма и т. д. Детали системы питания — насосы высокого давления и форсунки, турбокомпрессор — также требуют повышения износостойкости при ремонте и техническом обслуживании. Износу подвергаются детали не только из-за трения, но из-за колебательных процессов и вибрации, высокой температуры в камере сгорания, попадания абразивных частиц, вместе с возду-

хом, топливом и маслом в процессе работы двигателей. Фильтры не всегда обеспечивают полное очищение от абразивных частиц и продуктов износа деталей.

Использование нанотехнологий при ремонте деталей позволяет существенно повысить ресурс работы изнашивающихся деталей двигателей. Полученные в Бурятском научном центре различные наноматериалы в виде металлической керамики могут использоваться для плазменной обработки в виде напыления многих деталей. Также существуют электростатическое, магнетронное напыление, вакуумное напыление, химическое нанесение за счет разложения сплавов, электронно-лучевое осаждение, физическое нанесение, импульсное лазерное осаждение [3], гальванические методы для повышения твердости и восстановления изношенных частей деталей. Восстановленные детали по ресурсу не будут уступать новым при использовании наноматериалов, так как по твердости и демпфирующим свойствам они значительно превосходят свойства материалов, из которых они были изготовлены.

Прецизионные детали топливных насосов и форсунок наиболее удобны при восстановлении нанопорошками вышеперечисленными методами с наименьшими последующими воздействиями. Также усиленно можно восстанавливать при ремонте износа коренных и шатунных шеек и подшипников коленвала двигателей.

Использование нанодисперсного углерода в композиционных толстопленочных нагревательных элементах в качестве покрытий деталей двигателей при зимней эксплуатации можно использовать саженаполненный полиуретановый лак «Контракид Д 3010» с сажей [4]. Основными компонентами такого лака являются ароматические изоцианаты, содержащие в молекуле не менее двух NCO — групп, и гидроксилсодержащие олигомеры. Для регулирования вязкости вводится растворитель — ацетон. Второй компонент лака является отвердителем и содержит воду, спирт, водные растворы солей органических кислот. Концентрация сажи в полиуретане от 18 до 22%. Электрические контакты — медные выводы (лента монтажная для теплых полов), присоединение которых осуществлялось на стадии нанесения пасты одновременно с процессом поликонденсации полиуретана.

При напряжении 17,5В выдерживалась температура 60°С, они электро- и пожаробезопасны в эксплуатации при нанесении на проводящий слой изолирующего слоя чистого полиуретана [5; 6].

Применение нанокристаллических материалов и современных методов их нанесения при ремонте автотракторных двигателей позволяет значительно повысить ресурс восстановленных деталей, улучшить их механические и демпфирующие свойства, а также сократить время и стоимость ремонта. Особенно эффективно использование нанотехнологий для восстановления прецизионных и высокоизнашиваемых компонентов, таких как детали топливной аппаратуры и коленчатые валы. В условиях сурового климата Восточной Сибири внедрение таких решений способствует снижению расхода топлива, уменьшению вредных выбросов и повышению общей надежности и производительности мобильной техники.

Литература

1. Бардаханов С. П., Кравец С. А., Лысенко В. И., Науменков В. А., Номоев А. В., Обанин В. В., Труфанов Д. Ю., Шибаев А. А. Экспериментальное определение зависимости сыпучести крахмала от концентрации в нем нанопорошка диоксида кремния — таркосила // Известия высших учебных заведений. Порошковая металлургия и функциональные покрытия. 2009. № 1. С. 5–8. Текст: непосредственный.
2. Гусев А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. Москва: Наука, Физматлит, 2005. 416 с. Текст: непосредственный.
3. Болоев П. А., Гергенова Т. П., Бондарчук Е. В., Енина Н. А., Нечкин В. Н. Физико-химические аспекты наноматериалов для литий-ионных аккумуляторов // Вестник Бурятского государственного университета. Химия. Физика. 2024. Вып. 4. С. 24–32. Текст: непосредственный.
4. Волокитин Г. Г., Малиновская Т. Д., Бадеников А. В., Мелентьев С. В. Использование нанодисперсного углерода в композиционных толстопленочных нагревательных элементах // Наноматериалы и технологии. Наноструктурированные системы в физике конденсированного состояния. Техника и технология наноматериалов: материалы всероссийской научной конференции с международным участием, 28–30 августа 2012 г. Улан-Удэ, 2012. С. 19–24. Текст: непосредственный.
5. Бардаков В. М., Векслер А. С., Гладкий Г. Ю., Шелехов И. Ю. Толстопленочные нагреватели и приборы на их основе. Иркутск: Изд-во ИрГТУ. 2001. 79 с. Текст: непосредственный.
6. Гуль В. Е., Шенфиль Л. З. Электропроводящие полимерные композиции. Москва: Химия, 1984. 240 с. Текст: непосредственный.

Статья поступила в редакцию 01.12.2025; одобрена после рецензирования 09.12.2025; принята к публикации 10.12.2025.

Maintenance and Repair of Automotive and Tractor Engines

Petr A. Boloev

Dr. Sci. (Technology), Prof.

Dorzh Banzarov Buryat State University

24a Smolina St., 670000 Ulan-Ude, Russia

pboloev@mail.ru

Tatiana V. Bodyakina

Research Assistant

Ezhevskii Irkutsk State Agrarian University

1/1 Molodezhny Posyolok, 664038 Irkutsk Oblast, Irkutsk District, Russia

Bodt1981@yandex.ru

Evgeniya V. Eltoshkina

Cand. Sci. (Technology), A/Prof.

Ezhevskii Irkutsk State Agrarian University

1/1 Molodezhny Posyolok, 664038 Irkutsk Oblast, Irkutsk District, Russia

EEV_baikal2005@mail.ru

Gennadii D. Mironov

Research Assistant

Dorzh Banzarov Buryat State University

24a Smolina St., 670000 Ulan-Ude, Russia

box.gmirr@gmail.com

Vadim N. Nechkin

Research Assistant

Dorzh Banzarov Buryat State University
24a Smolina St., 670000 Ulan-Ude, Russia
nvofficialpro@mail.ru

Galina B. Zanaeva

Student

Dorzh Banzarov Buryat State University
24a Smolina St., 670000 Ulan-Ude, Russia
zanaeva@bk.ru

Abstract. The article explores the potential applications of nanocrystalline materials and nanotechnologies in the maintenance and repair of automotive and tractor engines. Nanomaterials are noted for their increased hardness, strength, damping properties, and wear resistance compared to conventional coarse-grained materials. Methods for applying nanocoatings such as plasma, magnetron, vacuum deposition, electroplating, and laser technologies – are presented, enabling the restoration of worn components to a service life comparable to or exceeding that of new parts. Special attention is given to the restoration of precision components in fuel systems, crankshafts, and bearings, as well as to the use of composite heating coatings based on nanodispersed carbon to enhance engine performance under the sharply continental climate of Eastern Siberia.

Keywords: nanocrystalline materials, nanotechnologies, maintenance, engine repair, wear resistance, damping, plasma spraying, composite coatings, automotive and tractor equipment.

For citation

Boloev P. A., Bodyakina T. V. Eltoshkina E. V., Mironov G. D., et al. Maintenance and Repair of Automotive and Tractor Engines. *Bulletin of Buryat State University. Chemistry. Physics.* 2025; 4: 31–35 (in Russ).

The article was submitted 01.12.2025; approved after reviewing 09.12.2025; accepted for publication 10.12.2025.