



RS Global
Journals

Scholarly Publisher
RS Global Sp. z O.O.
ISNI: 0000 0004 8495 2390

Dolna 17, Warsaw, Poland 00-773
Tel: +48 226 0 227 03
Email: editorial_office@rsglobal.pl

JOURNAL	World Science
p-ISSN	2413-1032
e-ISSN	2414-6404
PUBLISHER	RS Global Sp. z O.O., Poland
ARTICLE TITLE	ПОЛІПШЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ АВТОМОБІЛЬНИХ ДЕТАЛЕЙ ШЛЯХОМ ФОРМУВАННЯ ЗНОСОСТІЙКИХ ПОКРИТТІВ
AUTHOR(S)	Посвятенко Е. К., Головащук М. В.
ARTICLE INFO	Posviatenko E. K., Holovashchuk M. V. (2022) Improving the Performance Properties of Automotive Parts by Forming Wear-Resistant Coatings. World Science. 2(74). doi: 10.31435/rsglobal_ws/28022022/7774
DOI	https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/28022022/7774
RECEIVED	15 January 2022
ACCEPTED	21 February 2022
PUBLISHED	24 February 2022
LICENSE	 This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License .

© The author(s) 2022. This publication is an open access article.

ПОЛІПШЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ АВТОМОБІЛЬНИХ ДЕТАЛЕЙ ПЛЯХОМ ФОРМУВАННЯ ЗНОСОСТІЙКИХ ПОКРИТТІВ

Посвятенко Е. К., д.т.н., проф., Національний транспортний університет, Україна
Головащук М. В., асистент, Національний транспортний університет, Україна

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/28022022/7774

ARTICLE INFO

Received: 15 January 2022

Accepted: 21 February 2022

Published: 24 February 2022

KEYWORDS

car parts, wear-resistant coatings, performance properties, adhesion strength, density, microhardness, hardness, wear resistance.

ABSTRACT

The work is devoted to solving the scientific and technical problem of ensuring the tribotechnical properties of car parts through the use of wear-resistant coatings. The synthesis of the main types of wear of car parts and ways to improve their tribotechnical properties was carried out, which allowed to substantiate the feasibility of using wear-resistant coatings to restore and strengthen them.

An urgent problem is the reasonable search and development of highly efficient, easy-to-use technologies for the restoration of parts to improve the performance of cars. Solving this problem requires the introduction into practice of strengthening and restoring car parts wear-resistant coatings. Summarizing the results of research on the main types of wear of car parts allowed us to conclude that they work in conditions where operating loads (pressure, temperature, environmental action, etc.) perceive mainly their surface layers, and therefore it is enough to restore not all parts but only worn surfaces by applying wear-resistant coatings.

It has been proven that to improve the performance of car parts, it is important to choose the right simple and affordable ways to apply coatings that will increase their service life. It is substantiated that among the methods of applying wear-resistant coatings are the most common, cheapest and simplest methods of gas-thermal spraying, namely gas-flame spraying and electric arc spraying. Restoration and strengthening of car parts by applying wear-resistant coatings has solved the problem of providing their resource, which is not inferior to the resource of new parts.

Citation: Posviatenko E. K., Holovashchuk M. V. (2022) Improving the Performance Properties of Automotive Parts by Forming Wear-Resistant Coatings. *World Science*. 2(74). doi: 10.31435/rsglobal_ws/28022022/7774

Copyright: © 2022 Posviatenko E. K., Holovashchuk M. V. This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Вступ. Ефективність використання деталей автомобілів обмежена встановленим їх строком служби. Основною причиною втрати працездатності деталей автомобілів (ДАВ) є зношування (80-90% від спільної кількості відмов). Зносостійкість - важлива експлуатаційна характеристикою ДАВ, яка лімітує термін їх служби. Одна з причин недостатньої зносостійкості деталей пов'язана з обмеженим використанням при їх виготовленні і ремонті зносостійких матеріалів, технологій зміцнення і захисних покриттів. Багаточисельні дослідження показали, що найбільш раціональним і економічно доцільним вирішенням проблеми підвищення зносостійкості ДАВ є нанесення на їх робочі поверхні зносостійких покриттів (ЗП).

Вирішення поставленої проблеми пов'язане з розробкою способів нанесення зносостійких покриттів. Аналіз літературних джерел показав, що існує достатньо багато методів нанесення ЗП, кожен з яких може служити темою окремого дослідження. Більшість методів нанесення покриттів альтернативні. При їх виборі виникають труднощі із-за різних екологічних показників,

енерговитрат, вартості устаткування і матеріалів. На виробництві найбільш широко серед способів нанесення покриттів переважають традиційні види наплавлення і напилення з подальшою їх механічною обробкою (МО). Однак практика показує, що при наплавленні в значній мірі (на 20-30%) втрачаються позитивні початкові властивості матеріалів деталей і покриттів, які регламентуються при їх виробництві.

В процесі експлуатації особливістю зносу робочих поверхонь ДАВ є їх локальний характер і нерівномірність. Враховуючи цю особливість, доцільно ЗП наносити відповідно з епюрою нерівномірного зносу. Одним з важливих питань при виборі покриття є його товщина. Залежності товщини покриття, його адгезійної міцності, залишкових напружень, а також експлуатаційних навантажень встановлюють граничні значення товщини покриття.

Таким чином, підвищення зносостійкості ДАВ шляхом нанесення на їх робочі поверхні ЗП є однією з невирішених задач в проблемі підвищення експлуатаційних властивостей та строку служби автомобілів.

Постановка проблеми. Автомобіль – складна технічна система, яка складається з багатьох вузлів, агрегатів і окремих деталей, надійність яких впливає на безпеку його роботи. Проведений синтез основних видів зношування ДАВ та способів забезпечення їх експлуатаційних властивостей дозволяє зробити висновок, що відновлення їх деталей доцільно реалізувати шляхом нанесення ЗП. Обґрунтований пошук і розробка високопродуктивних і простих в експлуатації технологій відновлення ДАВ для досягнення високих показників надійності автомобілів – актуальна проблема. Вирішення цієї проблеми вимагає впровадження в практику зміцнення, відновлення, підвищення експлуатаційних властивостей і строку служби ДАВ нових і вдосконалення існуючих процесів ремонту, що базуються на дослідженнях в області нанесення ЗП.

Узагальнення результатів досліджень основних видів зношування ДАВ дозволив зробити висновок, що вони працюють в умовах, при яких експлуатаційні навантаження (тиск, температура, дія навколишнього середовища, тощо) сприймає, головним чином, їх поверхневий шар і тому, достатньо відновлювати не всю деталь, а тільки її зношені робочі поверхні шляхом нанесення на них ЗП. Розробці способів відновлення деталей ЗП для забезпечення надійності та підвищення ресурсу автомобілів присвячені роботи Е.К. Посвятенко, Б.А. Ляшенко, Ю.С. Харламова, К.А. Ющенко, Ю.С. Борисова, та інших вчених.

Мета роботи. Метою роботи є підвищення експлуатаційних властивостей (зносостійкості, міцності, строку служби) деталей автомобілів зносостійкими покриттями. Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні завдання: 1) на основі аналізу літературних джерел та патентно-інформаційних досліджень обґрунтувати доцільність зміцнення і відновлення ДАВ ЗП; 2) вибрати склад матеріалу покриття; 3) визначити фізико-механічні властивостями ЗП і їх вплив на строк служби ДАВ.

Результати вирішення основних завдань проблеми. Проведений аналіз літературних джерел [1-12] дозволяє зробити наступні висновки: 1) довговічність ДАВ, що експлуатуються, знаходиться в прямій залежності від здатності протистояти корозійно-механічному зносу їх робочих поверхонь; 2) багаточисельні дослідження [4-12] показали, що найбільш раціональним і економічно доцільним вирішенням проблеми підвищення зносостійкості робочих поверхонь ДАВ є застосування покриттів; 3) вирішення поставленої проблеми пов'язане з розробкою технологічних способів нанесення покриттів. [7-12].

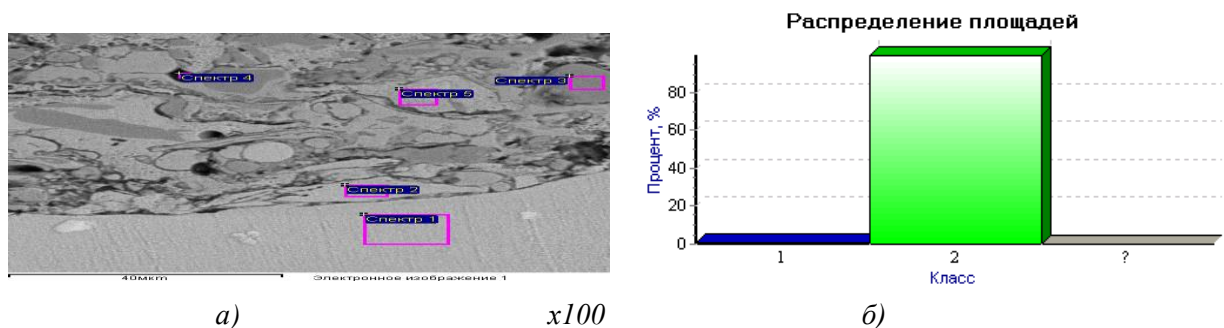
В роботі доведено, що надійність автомобілів та зносостійкості їх деталей доцільно забезпечувати шляхом використання ЗП. Механічна поведінка покриття визначається його складом і міцністю зчеплення. Покриття приймають на себе частину функціональних властивостей робочих поверхонь ДАВ (зносостійкість, контактну міцність і т.д.) і тим самим забезпечують виготовлення деталей із менш дефіцитних і більш дешевих матеріалів.

Важливою умовою подальшої працездатності зміцнених і відновлених ДАВ є узгодженість термомеханічних характеристик покриття і матеріалу деталі. Матеріал деталі повинен мати мінімальну різницю коефіцієнтів термічного розширення в порівнянні з матеріалом покриття, забезпечити максимальну міцність зчеплення з ним. Іншими словами, матеріал покриття і матеріал деталі повинні мати «експлуатаційну сумісність». Таким чином, вибір складу матеріалу покриття обмежується його сумісністю з матеріалом деталі. Вирішення проблеми регулювання сумісності матеріалу покриття і деталі дає в повному обсязі використовувати його триботехнічні властивості. Одним з підходів вибору матеріалу покриття є встановлення зв'язків у системі «експлуатація-

матеріал», а з позиції технології - в умовному трикутнику «склад-структура-властивість». Коли хімічний склад матеріалу заданий, на перший план виходять три основні критерії: 1) енергонасиченість матеріалу; 2) щільність покриття; 3) температурний режим, при якому формується покриття, що забезпечує функціональні властивості ДАВ.

Велике значення має правильний вибір досить простих і доступних способів нанесення ЗП. Вибір методу формування ЗП визначається наступними чинниками: конструкцією деталі; видом матеріалів деталі, складом матеріалу покриття; створенням міцного зв'язку між покриттям і поверхнею деталі, поєднання процесів відновлення (виготовлення) деталі і отримання покриття; економічною доцільністю. Найчастіше використовуються технологічні процеси (ТП): пресування, прокатка, плазмове напилення, комбіновані методи, наприклад, плазмове напилення з подальшим ущільненням і інші. Обґрунтовано, що серед способів нанесення ЗП найбільш поширені, найдешевші і найпростіші методи газотермічного напилення (ГТН), а саме, газополуменового (ГПН) і електродугового напилення (ЕДН) [7-12].

У роботі представлені результати досліджень ЗП (рис. 1). Покриття наносили на циліндричні зразки (діаметр 100 мм). Матеріал зразків - сталь 45. Матеріал покриття – суміш порошків NiCr і Cr₃C₂). На циліндричні зразки покриття наносили методом ГПН з використанням підшару з ніхрону (Ni-Cr 80/20).



а) x100 б)

Таблиця 1. Розподілення елементів в ЗП

Спектр	C	Cr	Fe	Ni	W
Спектр 1	16.4	82.0		1.49	
Спектр 2	11.2	69.1		18.2	1.1
Спектр 3	11.1	73.5	0.3	15.4	
Спектр 4	10.4	70.9	0.5	18.7	
Спектр 5	20,7	65,2	0,7	24,1	

в)

Рис. 1. Результати досліджень зразка з ЗП, отриманим ГПН:
а) структура; б) пористість (1 - ■ - пори 6,5%, 2 - ■ - основа 93,5%),
в) таблиця 1 - розподілення легуючих елементів

Дослідження мікроструктури проводилося на мікроскопі MeF-3 фірми "Reichert" (Австрія) (рис. 1, а). Під час дослідження використовувався метод скануючої електронної мікроскопії та мікрорентгеноспектрального аналізатора. Точковий мікрорентгеноспектральний аналіз проводився за програмою кількісного аналізу. Результати досліджень представлено на рис. 1 (табл. 1). На рис. 1, б представлено розподіл пористості за класами, середня пористість та гістограми розподілу пористості. Пористість покриттів визначалася кількісним стереологічним аналізом зразків на автоматичному аналізаторі зображення "Mini-Magiscan" фірми "Jouze Loebel", Англія, за програмою "Genias 26". Міцність зчеплення покриттів визначалася за розрахунково-експериментальною методикою, розробленою в Інституті проблем міцності ім. Г.С. Писаренко НАН України та становила – 80...100 МПа [20-21].

Після проведення досліджень ЗП наносили на поверхні ДАВ. Приклади відновлених і зміцнених ДАВ представлені на рис. 2.



Рис. 2. Приклади відновлених і зміцнених ДАВ: а) палець поршня 304-10-2 (сталь 12ХН3А-42, HRC58, товщина покриття $h=0,8...1,5$); б), д) розподільчий вал 101410АО (сталь 45, HB 163-207, $0,1...2,5$); в) колінчастий вал (сталь 18Х2Н4МА, HRC55-60, $h=1,5...3,5$)

Висновки. Узагальнюючи результати досліджень основних видів зношування деталей автомобілів зроблено висновок, що вони працюють в умовах, при яких експлуатаційні навантаження (тиск, нагрівання, дія навколишнього середовища і ін.) сприймаються головним чином їх поверхневим шаром. Тому, достатньо відновлювати тільки робочі поверхні деталі, а не всю деталь, шляхом нанесення покриття.

Шляхом проведених досліджень і їх аналізу показана ефективність нанесення покриттів для підвищення зносостійкості та ресурсу автомобілів в процесі відновлення їх деталей.

Обґрунтовано, що серед способів нанесення ЗП найбільш поширені, найдешевші і найпростіші методи ГТН, а саме метод ГПН і ЕДН. В роботі визначено вплив параметрів ГТН на фізико механічні властивості системи «покриття-відновлена поверхня» (щільність, мікротвердість, міцність зчеплення, зносостійкість).

Відновлення ДАВ шляхом нанесення ЗП, вибір матеріалу покриття, управління його складом і структурою в процесі відновлення і зміцнення дозволило підвищити їх експлуатаційні властивості більш ніж в 2 рази в порівнянні з традиційними способами наплавлення та вирішити задачу забезпечення їх строку служби, який не поступається ресурсу нових деталей.

ЛІТЕРАТУРА

1. М.С. Агеев Условия эксплуатации, причины и виды износа валов двигателей внутреннего сгорания и повышение их износостойкости и срока службы. Підвищення надійності машин і обладнання: матер. міжнар. наук.-практ. конф. Кропивницький: 2020. С. 119 – 124.
2. Б.А. Ляшенко Анализ причин изнашивания деталей цилиндра-поршневой группы двигателя: матер. 11-й межд. науч.-техн. конф. Киев: 2011. С. 120-124.
3. А.А. Горохов Современные материалы, техника и технология: матер. междун. научно-практ. конф. Курск: ЮЗГУ, 2011. 368 с.
4. А.Н. Гончарова Современные материалы для газотермического напыления. Научное обеспечение агропромышленного производства: матер. межд. науч.-практ. конф. Курск: Ч. 3. 2012. С. 227-230.
5. Е.К. Фень. Износо- и жаростойкие материалы покрытий для сверхзвукового плазменного и электродугового напыления. Сварщик: Технологии, производство, сервис. 2011. № 1. С. 32-35.
6. М.С. Зундан Формирование многослойных покрытий с применением нанопорошков. "Наноструктурные материалы-2012: Россия-Украина-Беларусь": матер. межд. науч.-техн. конф. С-Петербург: 2012. 268 с.
7. А.Н. Шоев Научные технологии нанесения покрытий. Научные технологии в машиностроении. 2012, № 11. С. 27-33.
8. М.С. Агеев, І. В. Грицук Застосування комбінованих технологій відновлення для підвищення ресурсу деталей засобів транспорту Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту, 2020, Вип. 194.С. 81–92.
9. М.С. Агеев, А.В. Рудковський, О.П. Грищенко, Е.К. Солових, С.О. Магопєць Відновлення деталей засобів транспорту комбінованим методом нанесення багатофункціональних покриттів Науковий журнал «Вісник Хмельницького національного університету». Технічні науки. 2020. №3 (285). С. 268–277.
10. В.Н. Бороненков Основы дуговой металлизации. Физико-химические закономерности. УрГУ; Екатеринбург: Унив. изд-во. 2012, 267 с.
11. С.К. Фомичев, М.С. Агеев Восстановление и упрочнение быстроизнашивающихся деталей бронетранспортеров электродуговым напылением. «Качество, стандартизация и контроль: Теория и практика»: матер. 15-й межд. науч.-практ. конф. Киев: АТМ України, 2015. С. 184-188.
12. M. Ageev, S. Dovzhuk, V. Nikolaychuk the Influence of Design Parameters for Electric Arc Equipment on the Factors of Spray Process and Properties of Coatings. Central Ukrainian Scientific Bulletin. Technical Sciences. 2019. Col.1(32). P. 114–123.