

## ВИКОРИСТАННЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ ЕЛЕКТРОЛІТИЧНИХ ПОКРИТТІВ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ТА ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

<sup>1</sup> Національна Академія Державної прикордонної служби України ім. Богдана  
Хмельницького, м. Хмельницький, Україна  
<sup>2</sup> Хмельницький національний університет

### Анотація

В роботі проведено аналіз вимог до поршневих пальців двигунів внутрішнього згоряння та способів їх відновлення. Запропоновано застосувати композиційні електролітичні покриття на основі заліза з добавкою нанорозмірного порошку нітриду бора для відновлення та підвищення зносостійкості поршневих пальців. Наведено результати досліджень механічних та трибологічних властивостей нанесених покриттів.

**Ключові слова:** Композиційні електролітичні покриття на основі заліза, нанопорошок нітриду бору, твердість, трибологічні характеристики, поршневі пальці, відновлення, зносостійкість.

Значна кількість деталей, які виходять з ладу внаслідок зносу, втоми, механічних чи корозійних пошкоджень, але володіють залишковим ресурсом роботи, можуть бути відновлені. Відновлення є важливим кроком до зменшення витрат на виготовлення нових деталей. Витрати на відновлення деталей складають від 10 до 50% вартості нових. При відновленні деталей значно зменшуються витрати матеріалу, [1]. Якщо вартість матеріалу та виготовлення заготовок при виробництві автомобілів сягає 70 -75 % їх вартості, то при відновленні деталей всього 1-12 % . Скорочуються витрати на обробку деталей. Відновлення дозволяє зменшити потреби у виробництві запасних частин. Тому важливим кроком до зменшення витрат на виготовлення нових деталей є відновлення і зміцнення спрацьованих деталей.

Одним з найбільш навантажених вузлів при роботі двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) є циліндро-поршнева група, у яку входить поршневий палець, який лімітує ресурс і довговічність двигуна в цілому, та визначає його працездатність. Надійність та довговічність поршневих пальців - головна вимога до їх якості, тому що їх заміна вимагає виконання робіт високої трудомісткості. До поршневих пальців висувають такі вимоги: висока міцність, жорсткість та висока твердість поверхні. Твердість зовнішньої поверхні, яка піддається тертю, повинна бути в межах HRC 56 -62. Поршневі пальці переважно виготовляють з цементованих сталей 15ХФ, 20Х та покращувальних 40, 40Х. Тому для забезпечення висунутих вимог поршневі пальці, як правило, піддають термічній обробці. Якщо це низьковуглецеві сталі, то їх піддають цементації, гартуванню та низькому відпуску. В разі виготовлення пальців з середньо вуглецевих сталей проводять гартування з відпуском.

Основним дефектом пальців є знос поверхонь спряження з втулкою верхньої головки шатуна чи бобишок поршня. Ремонту та відновленню підлягають пальці, знос яких не перевищує 0,05 мм.

В ремонтному виробництві впроваджено декілька способів відновлення пальця поршневого: шліфування і нанесення хромового покриття; шліфування з більшого розміру на менший ремонтний чи номінальний розмір; тверде нікелювання; залізнення; роздача, коли через отвір пропускають пуансон з натягом від 0,16 до 0,20 мм , що збільшує зовнішній діаметр пальця на 0,04- 0,07 мм.

Тверде нікелювання досить широко використовують для відновлення розмірів деталі, підвищення зносостійкості та зменшення схильності до корозії. Ефективним є також гальванічне нарощування залізненням з наступною термічною обробкою та механічною обробкою для

отримання заданої шорсткості поверхні. Залізнення дозволяє відновлювати деталі, знос яких до 1 мм, процес відбувається при температурі 65 -70 °С , що не викликає жолоблення деталі.

Для відновлення пальців поршневих автотракторних двигунів застосовано композиційне електролітичне покриття (КЕП) на основі заліза з добавками нанопорошку нітриду бору. Для отримання КЕП на основі заліза застосовано флюорборатний електроліт залізнення з такими режимами електролізу: катодна густина струму 0,4 кА/м<sup>2</sup>, температура електроліту 65-70° С, час осадження - 8 годин, товщина покриття 333 мкм, вихід за струмом 98%. Перевага запропонованого електроліту: висока розсіюча здатність за рахунок утворення комплексу заліза, що призводить до одержання дрібнозернистого покриття. Висока твердість покриттів забезпечується не тільки дрібнозернистою структурою КЕП, але й за рахунок співвисадження заліза з наночастинками нітриду бору. Мікротвердість КЕП на основі заліза 3 700 - 3 980 МПа, покриття не схильне до відшаровування та зберігає самомастильні властивості, при збільшенні шляху тертя лінійний знос практично не збільшився. як в умовах змащування, так і при терті без мастила при температурах до 800°С (лінійний знос при навантаженні Р=0,6 МПа, в умовах змащування, для КЕП з добавкою нанопорошку VN 10-18 мкм/км), [3].

Випробування на знос проводились за схемою “куля–площина” на установці ЗНМ 25. Основні технічні характеристики експериментальної установки: рух ковзання - зворотно – поступальний; амплітуда взаємного проковзування - А = 4 мм; швидкість ковзання - V = 500 мм/хв.; нормальне навантаження Q<sub>n</sub> = 1 кг; контр тіло - кулька підшипника, сталь ШХ 15 HRC 64. Розрахунок зносу проводили за методикою проф. Кузьменка А.Г., [3]

Висновок: композиційне електролітичне покриття на основі заліза з добавкою нанопорошку нітриду бору має досить високі механічні та трибологічні характеристики, які дозволяють рекомендувати його для відновлення зношених поршневих пальців.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Відновлення деталей автомобілів: Навчальний посібник / В.І.Кальченко, В.В. Кальченко, В.І. Венжега . -Чернігів: ЧНТУ, 2013. -192 с.

2. Яворська Н.М., Дробот О.С., Підгайчук С.Я., Покришко Г.А. Склад для отримання композиційних електролітичних покриттів на основі заліза з добавками нанорозмірних нітридів. Патент на корисну модель №55833 МПК С25D 15/00 27.12.2010. бюл.№24, 2010 р. 29705, МПК С25D 15/00. Заявка № u 2007 10329 від 17/09/2007р.; Опубл. 25.01.2008р., Бюл.№ 2.

3. Кузьменко А.Г. Методи розрахунків і випробувань на зношування та надійність. - Хмельницький: 2002. - 151 с.

**Підгайчук Світлана Ярославівна** – кандидат технічних наук, доцент кафедри загальнонаукових та інженерних дисциплін, Національна Академія Державної прикордонної служби України ім. Богдана Хмельницького, м. Хмельницький. Телефон: 0977453889. E-mail: [svitlankayar@gmail.com](mailto:svitlankayar@gmail.com)

**Дробот Ольга Савівна** - кандидат технічних наук, доцент кафедри трибології, автомобілів та матеріалознавства, Хмельницький національний університет. Телефон: 0671312245

**Яворська Наталія Михайлівна** - кандидат технічних наук., кафедра архітектури та містобудування, Хмельницький національний університет, м Хмельницький, вул. Проїзд катіонівський, 6 E-mail: [nataly\\_yavorska@ukr.net](mailto:nataly_yavorska@ukr.net)

## USE OF COMPOSITE ELECTROLYTIC COATINGS FOR RESTORATION AND INCREASE OF WEAR RESISTANCE OF MACHINE PARTS

### Annotation

This paper analyzes the requirements of gudgeon pins internal combustion engines and methods of their recovery. Composite electrolytic coatings based on iron with the addition of nanosized boron nitride powder is proposed to be used to restore and increase the wear resistance of gudgeon pins. The results of researches of mechanical and tribological properties of the put coverings are given.

**Keywords:** Composite electrolytic coatings based on iron, boron nitride nanopowder, hardness, tribological characteristics, gudgeon pins, restoration, wear resistance.

***Svitlana Pidhaichuk*** - candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of General Scientific and Engineering Disciplines, National Academy of the State Border Guard Service of Ukraine named after Bohdan Khmelnytskyi, Khmelnytskyi, Ukraine Associate Professor of the Department of Architecture and Urban Planning, Khmelnytskyi National University

***Drobot Olha Savivna*** - candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of Tribology, vehicles and Materials Science, Khmelnytskyi National University

***Yavorska Nataliia Mykhailivna*** - candidate of Engineering Sciences, Department of Architecture and Urban Planning, Khmelnytskyi National University