

УДК 621.357:669.24

С.Я. Підгайчук¹, канд. техн. наук, доц.

О.С. Дробот², канд. техн. наук, доц.

Н.М. Яворська², канд. техн. наук, доц.

Н.С. Машовець², канд. техн. наук, доц.

¹ *Національна академія Державної прикордонної служби України.
імені Богдана Хмельницького*

² *Хмельницький національний університет
(Хмельницький, Україна)*

ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН КОМБІНОВАНИМИ МЕТОДАМИ ОБРОБКИ

Відновлення поверхні деталей машин є частиною проблеми підвищення надійності та довговічності об'єктів машинобудування. Часто деталі працюють в екстремальних умовах. Для розв'язання цієї проблеми потрібні матеріали із підвищеними експлуатаційними властивостями поверхневих шарів.

Зносостійкі покриття із заданим комплексом властивостей можна отримати при поєднанні методу електролітичного осадження композиційних електрохімічних покриттів (КЕП) з наступним дифузійним відпалом отриманого гальванічного шару. Ефективним є застосування гальванічних покриттів на основі заліза, що зумовлене високою продуктивністю існуючих технологій з нанесення гальванічних покриттів, можливістю співосадження основного металу та інших легуючих добавок. Так формування гальванічних шарів із включеннями дисперсних частинок тугоплавких нітридів, карбідів, оксидів дозволяє підвищити зносостійкість поверхневого шару, внаслідок поєднання пластичної металевої матриці та термостійких хімічних сполук. Особливо це стосується КЕП, добавками в яких є зміцнюючі нанорозмірні порошки [1, 2, 3]. Слід також враховувати, що електроліти для нанесення хромових покриттів, які застосовують для відновлення сталейних деталей, мають низький вихід за струмом та є достатньо токсичними.

Для отримання необхідних експлуатаційних характеристик відновлених деталей пропонуємо застосувати композиційні електролітичні покриття (КЕП) на основі гальванічного заліза з включенням нанодисперсних порошоків нітриду бору (розмір частинок BN досягав 0,01 мкм) і сумісно синтезованої композиції нітриду титану та нітриду кремнію (70% TiN +30% Si_3N_4 з розміром частинок 0,01– 0,05 мкм). Вміст наночастинок у покриттях складав до одного вагового відсотку. КЕП товщиною 20 мкм осаджені на зразки із сталі 08.

Осадження виконано з використанням борфтористого електроліту залізнення та добавкою дисперсних частинок BN та суміші $TiN+Si_3N_4$ з концентрацією 10 г/л. Запропоновані склади електролітів не є токсичними [4].

На практиці такі покриття піддають термічній обробці у вигляді відпуску при температурі біля 600 К у звичайних умовах. Для підвищення механічних, адгезійних і трибологічних властивостей КЕП та утворення перехідної зони з

більш рівноважною структурою запропоновано проведення термічної обробки (відпалу) дослідних зразків при більш високій температурі у середовищі вакууму. Температури відпалу експериментальних зразків вибрані на основі аналізу діаграми стану Fe-C (максимальна температура відпалу 1000–1200 К). Металографічний аналіз здійснювали за допомогою мікроскопу МІМ–10 при збільшенні в 500 разів. При цьому визначали товщину утворених дифузійних шарів, зчеплення покриття з основним металом, однорідність структури отриманих покриттів.

Мікротвердість визначали за загальноприйнятою методикою з використанням приладу ПМТ – 3. Встановлено, що включення наночастинок VN в композиційні електролітичні покриття на основі заліза, отримані з борфтористого електроліту залізнення підвищують мікротвердість покриттів в 1,4 разів, наявність суміші $TiN+Si_3N_4$ – підвищує мікротвердість в 3,7 рази в порівнянні з традиційними гальванічними покриттями на основі Fe.

Зносостійкість зразка визначалась у жорстких умовах зворотно-поступального руху за схемою контакту «сфера – площина» в умовах граничного тертя (дизельне мастило) [5].

Визначення трибологічних характеристик було проведено до і після термічної обробки КЕП, результати були порівняні із зносостійкістю гальванічних покриттів на основі Fe без добавки нанопорошків, які показали більш інтенсивний знос, ніж зразки з нанесеними КЕП.

КЕП на основі заліза, з добавкою нанорозмірного нітриду бору, після термічної обробки зберігають самомастильні властивості. Встановлено, що при збільшенні шляху тертя для зразків з КЕП з добавкою нанопорошку нітриду бору лінійний знос практично не збільшується. КЕП на основі заліза з добавкою суміші нанопорошків нітриду титану та нітриду силіцію на стадії припрацювання мають менший лінійний знос, ніж КЕП з добавкою нітриду бору, відсутнє самозмащення, фіксується більш інтенсивний знос при збільшенні шляху тертя.

1. Пат. 65018. Україна, МПК С25D 15/00. Склад для одержання зносостійких композиційних електролітичних покриттів на основі нікелю для роботи при підвищених температурах / Кіндрачук М. В., Корнієнко А. О., Федорчук С. В., Лучка М. В., Перро Д. М., Подлесний В. В.; заявник та патентовласник Національний авіаційний університет – № u 2011 05006; заявл. 20/04/2011; опубл. 25.11.2011, Бюл. № 22.

2. Пат. 23289. Україна, МПК С23D 3/00. Спосіб одержання композиційних боридних покриттів на сталях і легких сплавах / Похмурський В. І., Мардаревич Р. С., Кирилів В. І.; заявник та патентовласник Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка НАН України – № а 2006 11185; заявл. 23/10/2006; опубл. 25.05.2007, Бюл. № 7.

3. Пат. 29705. Україна, МПК С25D 15/00. Склад для отримання КЕП на основі Ni з добавками нанорозмірних нітридів / Покришко Г. А., Дробот О. С., Підгайчук С. Я., Яворська Н. М.; заявник та патентовласник Хмельницький національний ун-т – № u 2007 10329; заявл. 17/09/2007; опубл. 25.01.2008, Бюл. № 2.

4. Пат. 55833. Україна, МПК С25D 15/00. Склад для отримання композиційних електролітичних покриттів на основі заліза з добавками нанорозмірних нітридів / Н. М. Яворська, О. С. Дробот, С. Я. Підгайчук, Г. А. Покришко ; заявник та патентовласник Хмельницький нац. ун-т. – № u 2010 07560 ; заявл. 17/06/2010 ; опубл. 27.12.2010, Бюл. № 24.

5. Кузьменко А.Г., Сытник С.В. Методы испытаний на износ. *Проблеми трибології*. 1999. № 2 (12). С. 38–109.