

УДК 621.793.1:620.178.16

Вишнепольский Є.В.¹, Ляшко Я.А.²

¹ канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

² студ. гр. М-112сп НУ «Запорізька політехніка»

ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ КОМПОЗИТНИХ ПОКРИТТІВ

Сучасні машинобудівні вироби експлуатуються в умовах високих навантажень, підвищених температур та агресивних середовищ. У таких умовах поверхневий шар деталей швидко зношується, що призводить до втрати функціональності та передчасного виходу з ладу механізмів. Традиційні методи захисту поверхонь (гартування, цементація, азотування) часто не забезпечують необхідного рівня зносостійкості. Тому розробка і впровадження композитних покриттів нового покоління стає критично важливим напрямком інженерних досліджень.

Одним із найперспективніших напрямків є розробка багатошарових композитних покриттів з програмованою структурою. На відміну від класичних одношарових покриттів, багатошарові системи дозволяють поєднувати різні властивості: висока твердість зовнішніх шарів забезпечує зносостійкість, пластичні проміжні шари підвищують адгезію та попереджають відшарування, а функціональні підшари покращують сумісність з основним матеріалом. Основні типи композитних покриттів для підвищення зносостійкості включають: керамічні покриття на основі оксидів металів (Al_2O_3 , ZrO_2 , TiO_2) – забезпечують високу твердість та корозійну стійкість; металокерамічні композиції (WC-Co , TiC-Ni) – поєднують твердість кераміки з пластичністю металевої матриці; нанокompозитні покриття (Ti-Al-N , Ti-Si-N) – формують наноструктуру з унікальними механічними властивостями; алмазопо-

дібні вуглецеві покриття (DLC) – забезпечують низький коефіцієнт тертя та високу зносостійкість. технології нанесення композитних покриттів також постійно вдосконалюються. Найбільш перспективними є: магнетронне розпилення, що дозволяє отримувати щільні нанокристалічні покриття; плазмове напилення з мікродуговим оксидуванням для формування градієнтних структур; вакуумно-дугове осадження з імпульсним лазерним випаровуванням для створення надтвердих покриттів.

Застосування методів комп'ютерного моделювання (ANSYS, COMSOL) дозволяє оптимізувати склад та структуру покриттів для конкретних умов експлуатації. Це дає можливість прогнозувати поведінку покриттів при різних режимах навантаження та температурах.

Проведені експериментальні дослідження показали, що багат шарові Ti-Al-N покриття, нанесені методом магнетронного розпилення, забезпечують збільшення зносостійкості деталей вузлів тертя в 3-4 рази порівняно з азотованими поверхнями. При цьому коефіцієнт тертя знижується на 30-40%. Покриття системи Al_2O_3 - TiO_2 , отримані плазмовим напиленням, демонструють високу стійкість до абразивного зношування та можуть працювати при температурах до 800°C без погіршення властивостей.

Впровадження розроблених технологій на підприємствах машинобудівної галузі дозволить значно підвищити ресурс роботи деталей, що працюють в екстремальних умовах, скоротити витрати на ремонт і технічне обслуговування обладнання, а також зменшити простой виробничих ліній через поломки. Подальші дослідження спрямовані на розробку "розумних" самовідновлювальних покриттів, які зможуть адаптуватися до змінних умов експлуатації та компенсувати початкові пошкодження робочої поверхні.