

ЗАСТОСУВАННЯ НАНОПОКРИТТІВ ДЛЯ ПРОДОВЖЕННЯ РЕСУРСУ ІНСТРУМЕНТА

Сучасне машинобудування, металообробка та інші галузі промисловості постійно потребують підвищення ефективності та довговічності інструментів. Одним із найрезультативніших шляхів збільшення ресурсу ріжучих, формоутворюючих і вимірювальних інструментів є застосування нанопокриттів. Нанопокриття – це тонкі шари матеріалів, товщина яких зазвичай не перевищує 100 нм, нанесені на поверхню інструмента з метою покращення його експлуатаційних характеристик.

Основна перевага нанопокриттів полягає у поєднанні високої твердості, зносостійкості, термостійкості та хімічної інертності при збереженні необхідної в'язкості основного матеріалу. Завдяки цьому інструменти з нанопокриттями мають значно більший термін служби, меншу силу тертя під час різання та стабільнішу роботу при високих температурах.

Серед найбільш поширених матеріалів для створення нанопокриттів використовують нітриди, карбіди, оксиди та бориди перехідних металів, таких як Ti, Al, Cr, Zr та інші. Найбільш відомими є покриття типу TiN, TiAlN, CrN, AlTiN, ZrN тощо. Вони наносяться методами фізичного (PVD) або хімічного (CVD) осадження з парової фази. Вибір технології нанесення залежить від вимог до інструмента, типу оброблюваного матеріалу та умов експлуатації.

Наноструктуровані покриття мають багат шарову будову, що дозволяє поєднати властивості різних матеріалів. Наприклад, комбінація твердого шару TiAlN із поверхневим оксидним бар'єром Al₂O₃ забезпечує високу термостійкість при обробці матеріалів із високою міцністю. Такі системи ефективно протидіють дифузійному зносу та окисленню інструмента при підвищених температурах.

Важливу роль відіграє також нанорозмірна зерниста структура покриттів. Зменшення розміру зерен до нанометрового діапазону підвищує міцність меж зерен, знижує утворення тріщин і сприяє рівномірному розподілу навантажень. Це призводить до суттєвого підвищення зносостійкості інструмента, особливо при переривчастому різанні або обробці твердих сплавів [1, 2].

Дослідження показують, що використання нанопокриттів може збільшити термін служби ріжучого інструмента у 2-5 разів порівняно з непокритими аналогами. Крім того, зменшується споживання мастильно-охолоджувальних рідин, що позитивно впливає на екологічність процесу та знижує виробничі витрати.

Перспективи розвитку технологій механічної обробки пов'язані насамперед з:

- вдосконаленням теорії механічної обробки на основі уявлень про закономірності процесів;
- створенням системи вибору матеріалу інструменту з урахуванням структурного стану матеріалу виробу;
- розширенням гами композитів і покриттів для оснащення інструментів, які здатні адаптуватися до умов навантаження в зоні обробки;
- розробленням smart-інструментів;
- розширенням номенклатури виробництва інструментів, у тому числі багатолезових;
- розробленням 3D-технологій формоутворення інструментів.

Знання закономірностей процесів в зоні обробки, врахування принципів технологічного забезпечення якості, дозволяють розробляти високопродуктивні технології обробки виробів, формувати в поверхневому шарі виробів стан, який забезпечує їм необхідні експлуатаційні властивості. З огляду на це, проблему вдосконалення процесів механічної обробки слід розглядати, насамперед, як актуальне матеріалознавче завдання. Отже, застосування нанопокриттів є одним із найефективніших способів продовження ресурсу інструмента. Вони забезпечують високу зносостійкість, термостабільність, стійкість до окислення та корозії, що дозволяє підвищити продуктивність виробництва й економічну ефективність обробки матеріалів. Подальші дослідження у цій сфері спрямовані на вдосконалення складу, структури та технології нанесення нанопокриттів для досягнення максимальної довговічності інструментів у різних умовах експлуатації.

Список літератури:

1. Клименко С.А., Копейкина М.Ю., Чумак А.Ю. Технологічні можливості інструментів, оснащених композитами на основі кубічного нітриду бора. Київ. 2017. С. 54.
2. Клименко С.А., Манохин Ю.А., Копейкина М.Ю., Чумак А.А., Мельничук Ю.А. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream/download/123456789/66395/1/Klymenko_Klymenko_Manokhyn_JES_2017_1_4_F8-F14.pdf