

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ПРОМИСЛОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ

МАТЕРІАЛИ
та програма

V Всеукраїнської міжвузівської
науково-технічної конференції
(м. Суми, 17–20 квітня 2018 р.)



Суми
Сумський державний університет
2018

ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ БАГАТОКОМПОНЕНТНИХ І БАГАТОШАРОВИХ НІТРИДНИХ ПОКРИТТІВ

Саранчук А. В., студ., гр. МТ-51; Дядюра К. О., професор, СумДУ, м. Суми

Найбільш перспективним та таким, що інтенсивно розвивається, методом підвищення ефективності працездатності робочих поверхонь виробів є формування на інструментальних і конструкційних матеріалах зносостійких іонно-плазмових покриттів на основі нітридів і карбідів тугоплавких елементів. Зростання вимог, що висуваються до надійності металорізального інструменту, обумовлює необхідність розвитку принципово нових концепцій синтезу або вдосконалення захисних покриттів.

Відомо, що різальні властивості інструменту визначаються складним комплексом факторів. Наприклад, вони залежать від хімічного складу, структури та кристалохімічної будови ґратки інструментального матеріалу, що визначають найважливіші експлуатаційні властивості інструменту – мікротвердість, теплостійкість, теплопровідність, міцність, ударну в'язкість, корозійну стійкість і стійкість проти окислення при підвищених температурах. У свою чергу, зазначені властивості інструментального матеріалу визначають контактні характеристики, термомеханічний напружений стан і працездатність інструменту.

Кристалохімічна будова покриття, його фізико-механічні й теплофізичні властивості можуть значно відрізнятись від відповідних властивостей інструментального та оброблюваного матеріалів, тому покриття варто розглядати як своєрідне «третє середовище», яке, з одного боку, може помітно змінювати поверхневі властивості інструментального матеріалу, з іншого боку – впливати на контактні процеси, деформації, сили та температури різання, спрямованість теплових потоків, термодинамічний напружений стан різальної частини інструменту та ін. З урахуванням специфіки роботи інструменту (високі питомі навантаження, високі температури, тертя, адгезія, дифузія та ін.) вимоги до покриттів для різальних інструментів можуть бути розділені за загальними ознаками на 4 групи:

1) службове призначення різальних інструментів; 2) сумісність властивостей матеріалів покриття та інструмента; 3) технологічні особливості методів одержання покриття; 4) загальні вимоги до покриттів.

Оптимізацію структури ІК як правило виконують шляхом варіювання розташуванням шарів, їхніми складом (фізичними властивостями) і параметрами, зокрема, товщиною а також на основі спеціальних досліджень параметрів інструмента з покриттям під час різання.

Об'єктом дослідження є процеси формування структури, фазового складу і їх взаємозв'язок з фізико-механічними властивостями багатокомпонентних і багатошарових нітридних покриттів на основі Ti, Hf, Zr, Nb, V, Si, Al, Y, Ta, B, Mo елементів.

Багатошарові вакуумно-дугові покриття являють собою особливий клас вакуумно-дугових матеріалів, властивості яких для обраних систем змінюються завдяки різній товщині шару в періоді і різної кількості самих періодів. Основою в більшості розроблених до теперішнього часу багатошарових покриттів є або шари з перехідних металів, або відповідні нітриди, як одержувані випаровуванням відповідних перехідних металів у реактивної азотної атмосфері.

Метою роботи є встановлення взаємозв'язку між елементним, фазовим і напружено-деформованим станом і механічними та трибологічними властивостями наноструктурних покриттів з подальшим термічним відпалом, а також розробка фізико-технологічних основ для отримання твердих нанокompозитних покриттів.

Ідея додаткового модифікування конденсатів шляхом збільшення кількості складових елементів дозволила регулювати спектр необхідних фізико-механічних властивостей захисних покриттів у широкому діапазоні. На підставі цього нещодавно виявлені багатокомпонентні нітридні покриття на основі високоентропійних сплавів, що містять не менше п'яти складових елементів, становлять науковий інтерес, а їх синтез та інтенсивне дослідження властивостей – актуальне завдання матеріалознавства.

Експериментальні та теоретичні дослідження покриттів показують, що плівки, отримані при вибраних параметрах осадження, мають нанокompозитну структуру і складаються з нанокристалітів. Нанокompозитні покриття в результаті мікрODEFORMAЦІЙ, що виникають через розходження атомних радіусів металевих складових кристалічних решіток, мають високі значення твердості (до 32GPa). Сформовані нанокompозитні покриття, отримані за допомогою катодного вакуумно-дугового осадження, у разі формування двох фаз мають більш високу твердість і дуже гарні трибологічні характеристики, а також досить високу адгезію до підкладки. Виявлено вплив товщини нанорозмірного шару на зміну структури і властивостей нанокompозитних багатошарових покриттів TiN/MoN. За допомогою методу Arc-PVD були отримані багатошарові покриття TiN/MoN з товщиною шару 2, 10, 20 і 40 нм. Виявлено формування двох фаз TiN (ГЦК) і γ -Mo₂N. Максимальне значення твердості, отримане для різних товщин шарів, не перевищує 28-31 ГПа. У наноструктурних багатошарових покриттях при товщині шару 10 і 20 нм спостерігається найменше значення коефіцієнта тертя 0.09-0.12.

У процесі осадження Ti-Zr-Cr-Nb-N системи формується двофазна структура з кубічної (TiN) і тетрагональної (Cr₂N) кристалічними решітками. Твердість отриманих покриттів (Zr-Ti-Cr-Nb)N змінюється в залежності від умов осадження матеріалу і сформованого структурно-фазового складу. Максимальні значення твердості були виявлені у покриттів з найбільшими розмірами кристалітів. Значення навантаження на індентор при досягненні напруги, що перевищує когезійну міцність покриття, склало $L_C = 62,06$ Н.