СУПРОТИВ ПЛАСТИЧНОМУ ДЕФОРМУВАННЮ У БАГАТОЕЛЕМЕНТНИХ НАНОСТРУКТУРОВАНИХ СИСТЕМАХ

Князєва Г. О., Князєв С. А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Механічні властивості нанокомпозитних покриттів добре характеризуються їх твердістю H_I, ефективним модулем Юнга $E^*=E/(1-\nu^2)$. Ці величини можна оцінити за кривими навантаження/розвантаження, виміряними динамічним мікротвердоміром, таким як, наприклад, Наноскан-4D. Виміряні значення H та E* дозволяють розрахувати відношення H^3/E^{*2}, яке дає інформацію про опір матеріалів пластичній деформації. Він тим вищий, чим більше відношення H^3/E^{*2} [1]. Підатливість пластичної деформації зменшується в матеріалах з високою твердістю і низьким модулем. Загалом, низький модуль є бажаним, оскільки дозволяє розподілити задане навантаження на більшу площу.

Механічні властивості нанокомпозитних покриттів сильно залежать від елементів, що утворюють окремі фази та відносного вмісту окремих фаз у нанокомпозиті. Плівка з заданою твердістю може мати різні значення E*. Значенням E* можна керувати хімічним складом нанокомпозиту і нанокомпозитні плівки, що складаються з двох твердих фаз і наноструктурованих твердих нітридів перехідних металів демонструють вищі значення E* порівняно з нанокомпозитами, що складаються з однієї твердої і однієї м'якої (металевої) фази. Модуль Юнга можна змінювати не тільки вибором елементів, що формують нанокомпозит, але і вибором умов осадження, і, головним чином, енергією, що підводиться до зростаючої плівки при конденсації і бомбардуванні частинок. Це дає можливість контролювати опір плівки пластичній деформації, який пропорційний відношенню H^3/E^{*2}, і адаптувати механічні властивості нанокомпозиту для конкретного застосування [2].

За нашими даними у системі TiZrHfNbTaN з наностуктурною розмірністю кристалітів в залежності від режимів осадження інструментальна твердість коливаються від 15,39 ГПа до 24,27 ГПа. Ефективний модуль Юнга від 193,32 до 279,66 ГПа. При цьому показник H^3/E^{*2} змінюється в дуже широких межах від 0,098 до 0,188 що є достатньо видатним результатом, наприклад порівнюючи його з показниками для потрійних систем (0,15 для Ti-Al-N). Введення до вищезгаданої системи ванадію призводить до розрихлення кристалічної решітки з падінням рівня твердості до 8,25 – 10,7 ГПа, а ефективного модулю Юнга до 119,88 – 140,15 ГПа. Відповідно показник H^3/E^{*2} коливається у межах 0,034 – 0,064, що не зважаючи на помітне зменшення твердості дає кращі характеристики пластичності модифікованої системи.

Література:

1. T.Y.Tsui, G.M.Pharr, W.C.Oliver, C.S.Bhatia, R.L.White, S.Anders, A.Anders and I.G. Brown : Mater.Res.Soc.Symp.Proc. 383(1995), 447

2. J.Musil , J.Vlek, F.Regent, F.Kunc and H.Zeman Hard nanocomposite coatings prepared by magnetron sputtering Key Engineering Materials Vols 230-232 (2002) pp 613-622