

ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕГРАЛЬНОГО ПАРАМЕТРА ПРИ АНАЛІЗІ ВПЛИВУ ТИСКУ ТА ПОТЕНЦІАЛІВ НА СТРУКТУРУ І ТВЕРДІСТЬ ВАКУУМНО-ДУГОВИХ ПОКРИТТІВ TiN ТА ZrN

Терлецький О.С., Пінчук Н.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Встановлення зв'язку між фізико-технічними параметрами осадження покриттів та їх структурним станом і фізико-механічними характеристиками є необхідним для розробки режимів отримання покриттів з заданими функціональними властивостями.

Вакуумно-дугові покриття TiN та ZrN товщиною 9-13 мкм були отримані на модернізованій установці «Булат-6», які осаджувались на неорієнтовані підкладки зі сталі 12Х18Н9Т. Тиск азотної атмосфери (N₂) становив $p_N = (0,26-0,66)$ Па. Постійний потенціал зміщення (U_c) дорівнював: -5 В («плаваючий»); -40 В і -230 В. Параметри імпульсного потенціалу (U_i): -850 В; -1000 В; -1200 В; -2000 В з тривалістю $\tau = 4; 7; 10$ або 16 мкс із частотою пульсації $f = 7$ кГц, тобто, з інтервалом (періодом $T = 1/f$) між ними 143 мкс. Структурні дослідження зразків проводили на установці «ДРОН-3М» (випромінювання Cu-K α).

В роботі запропоновано інтегральний параметр $PU = p_N(U_c + \tau \cdot f \cdot U_i)$ для аналізу отриманих даних, при цьому напругу U підставляли за модулем. Встановлено, що для покриттів TiN та ZrN із підвищенням значень параметру впливу PU , при дії тільки постійного потенціалу, розмір кристалітів (L) та мікродеформація ($\langle \epsilon \rangle$) зростають як наслідок збільшення щільності потоку, U_c та середньої температури на фронті кристалізації. При дії лише U_i при зростанні PU домінують релаксаційні процеси всередині приповерхневих шарів завдяки більшому термічному збудженні в імпульсі, які ініціюють перерозподіл дефектів, що в свою чергу приводить до зменшення L та $\langle \epsilon \rangle$. Для одночасної дії імпульсного і постійного потенціалів зміщення спочатку із зростанням PU характерно аналогічне накопичення дефектів, як і в першому випадку, а потім домінують релаксаційні процеси, що пояснює зниження залежності L та $\langle \epsilon \rangle$. Зазначимо, що максимальні значення мікротвердості ≈ 43 ГПа були отримані в перехідній зоні ($U_i = -850$ В; $U_c = -200$ В).

Наведене дозволяє запропонувати модель, згідно з якою в приповерхній зоні, по мірі накопичення дефектів (вакансії, петлі Франка, дислокації), формується текстура [110] зі значними макродеформаціями. Але під час дії імпульсного потенціалу та імплантації іонів на певній глибині відбувається перебудова кристалічної решітки з формуванням текстури [100]. Тобто, відбувається не тільки локальна перебудова дефектів, але в таких випадках і завдяки тієї ж перебудові формування нової текстури. Це призводить до релаксації як мікро-, так і макронапружень в своєму підшарі поряд з текстурою [110] на інших глибинах.