

БАГАТОПЕРІОДНІ NbN/Cu ВАКУУМНО-ДУГОВІ ПОКРИТТЯ

Постельник Г.О., Соболев О.В.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Вакуумно-дугове осадження функціональних покриттів набуло широкого поширення в багатьох галузях машинобудування. Традиційним підходом при створенні таких матеріалів є вибір одного основного елементу з додаванням другого «не змішаного» металу.

Вибір нітриду ніобію для дослідження обумовлений широким спектром позитивних властивостей цього матеріалу, включаючи високу твердість, електропровідність, термостійкість і хімічну інертність. Покриття нітриду ніобію використовуються в якості матеріалу катоду для автоелектронної емісії в вакуумі в мікроелектронних пристроях, надпровідних детекторах тощо.

Осадження покриттів проводилося на модернізованій установці «Булат-6» з двох джерел (Nb і Cu) при різних технологічних умовах протягом 1,5 годин. Покриття наносилися на металеві підкладки розміром 20x20x2 мм в режимах постійного і дискретного обертання підкладкотримача. Дослідження елементного аналізу проводили за допомогою енергодисперсійного аналізу; фазово-структурний стан - за допомогою методик рентгенівської дифрактометрії. Морфологія поверхні вивчалася за допомогою скануючого електронного мікроскопа. Вимірювання твердості проводилося на мікротвердомірі при навантаженні 200 мН. Адгезійна міцність досліджувалася скретч-тестуванням при контактному навантаженні 0,9 Н і швидкості навантаження - 5 Н/с.

Енергодисперсійний аналіз показав, що в режимі постійного обертання підвищення тиску азотної атмосфери від $7 \cdot 10^{-4}$ до $3 \cdot 10^{-4}$ Торр не призводить до істотної зміни складу, на відміну від підвищення потенціалу зсуву (в дискретному режимі) від -50 В до -200В, коли кількість міді зменшується в 2 рази.

Фазово-структурний аналіз показав, що при найменшому тиску $7 \cdot 10^{-4}$ Торр в режимі постійного обертання (коли товщина шару близько 8 нм) формується метастабільна фаза δ -NbN (JCPDS 38-1155) і Cu (JCPDS 89-2838) з ГЦК решіткою. Підвищення тиску до $3 \cdot 10^{-4}$ Торр (в дискретному режимі) призводить до формування стабільної ϵ -NbN (JCPDS 89-4757) фази з гексагональної кристалічною решіткою.

Вимірювання твердості показали, що підвищення потенціалу зсуву до -200 В призводить до підвищення твердості з 14 до 20,5 ГПа (при товщині шару близько 8 нм), збільшення товщини до 20 нм також збільшує твердість від 19 до 28,2 ГПа відповідно. Подальше підвищення товщини призводить до падіння твердості.

Результати адгезійної міцності показали, що критичне значення навантаження при руйнуванні має найбільше значення 121,03 Н в покриттях з найбільшою твердістю, отриманих при $U_b = -200$ В.