

ВПЛИВ ДИСПЕРСНОСТІ ЧАСТИНОК ОКСИДУ АЛЮМІНІЮ НА ЕЛЕКТРОПРОВІДНІСТЬ ВАКУУМНИХ НАНОДИСПЕРСНОЗМІЦНЕНИХ КОМПОЗИТІВ НА ОСНОВІ МІДІ

Зозуля Е.В.

*Національний технічний університет
"Харківський політехнічний інститут", м. Харків*

Основною тенденцією розвитку провідникових дисперснозміцнених композитів є диспергування зміцнюючої фази до розмірів від декількох десятків нанометрів до декількох одиниць, що може наблизити їх по міцносним властивостям до старіючих сплавів і, за рахунок зниження об'ємного вмісту зміцнюючої фази, допоможе зберегти електропровідність наближено до її значення для металу матриці. З іншого боку, у ряді експериментальних досліджень відзначено значне зростання електроопору при зниженні розміру частинок зміцнюючої фази.

Метою роботи було дослідження впливу дисперсності частинок оксиду алюмінію на електропровідність у вакуумних нанодисперснозміцнених композитах (НДК) на основі міді.

Досліджено вплив вмісту Al_2O_3 ($f \in [0,2, 2,5]$ % об.) та дисперсності його частинок на електропровідність НДК $\text{Cu}-\text{Al}_2\text{O}_3$, одержаних методом ЕВ–PVD (електронно-променевого випаровування й одночасного осадження (конденсації) парів компонентів у вакуумі). Дисперсність частинок Al_2O_3 варіювали зміною температури підкладки (T_n). Структурні дослідження проводилися з використанням оптичної та просвічуючої електронної мікроскопії (електролітично зтоншених конденсатів і вуглецевих реплік з екстрагованими оксидними частками). Питомий електроопір НДК вимірювався за стандартним двохзондовим методом.

У вихідному стані НДК мають гетерогенну структуру, що складається з дрібнозернистої мідної матриці та рівномірно розподілених в ній нанодисперсних часток Al_2O_3 . Встановлено, що вміст f в дослідженому діапазоні істотно не впливає на середній розмір часток зміцнюючої фази. Статистичний аналіз показав, що середній розмір частинок (d_{cp}) НДК при підвищенні температури T_n збільшуються від 2 до 36 нм. Також з підвищенням T_n зростає дисперсія розподілу частинок за розміром.

Питомий електроопір (ρ) композитів, зміряний при 20°C, лінійно зростає зі збільшенням вмісту оксиду. Найбільш істотний внесок в ρ дає адитивний доданок, зв'язаний з Al_2O_3 . При цьому НДК з більш дисперсними частками Al_2O_3 показують більший ρ при однаковому складі. При зниженні d_{cp} до 20–25 нм величина ρ слабо зростає, але потім істотно і нелінійно підвищується, що обумовлено розсіянням електронів провідності. Також оцінено внесок в ρ границь зерен НДК.

Отримані результати показали можливість оптимізації структурного стану, з метою досягнення високого рівня електропровідності та міцності.