

МОДИФИКАЦИЯ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ЭЛЕКТРОННОГО ПУЧКА

Гальченко Н. К., Кашина Е. Е., Белюк С. И.

*Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, г.Томск, Россия,
root@ispdms.tomsk.ru*

Одним из перспективных направлений повышения эксплуатационной стойкости изделий является поверхностное упрочнение концентрированными источниками нагрева. В настоящей работе представлены результаты исследования структурно-фазового состояния и особенностей формирования композиционных металлокерамических покрытий системы Al_2O_3-CrN , $Al_2O_3-Cr_2N$ на основе сочетания процесса нитридоплазменной технологии нанесения покрытий с последующим оплавлением электронным лучом. Покрытия наносили на стальную и медную подложки с промежуточным подслоем из сплава Н85Ю15; плазмообразующим газом служил $Ar+N_2$. Для оплавления использовали источник электронов с плазменным эмиттером на основе отражательного разряда с полым катодом. Диаметр луча составлял 1 мм, длина развертки луча 10 мм, ускоряющее напряжение 28 кВ. Исследовали влияние величины тока луча как наиболее легко и плавно регулируемого технологического параметра на микроструктуру. Оплавление проводили при токе луча $I_{\text{пучка}} = 16, 24, 50$ мА.

Исследования показали, что в результате оплавления плазменных покрытий всех составов формируются литые бездефектные структуры с пористостью не более 1%. Рассмотрены особенности формирования фазового состава покрытий после оплавления электронным лучом, исходя из микрорентгеноспектрального и рентгенофазового анализов. Показано, что фазовый состав покрытий практически одинаков на медной и стальной подложках, только отличается фазовыми составляющими в переходной зоне у границы раздела. Согласно результатам рентгенофазового анализа, после оплавления в покрытиях появились соединения шпинельного типа: $NiAl_2O_4$ – в покрытиях содержащих до 30% вес. Cr_xN_y и $NiCr_2O_4$, $NiAl_2O_4$ – в покрытиях с 30–70% вес. Cr_xN_y . Основными фазами в покрытиях являются окись алюминия, которая присутствует в двух модификациях $\alpha - Al_2O_3$ и $\gamma - Al_2O_3$. Послойный рентгенофазовый анализ показал наличие Cr_2O_3 у поверхности покрытий, интерметаллидов $NiAl$, Ni_3Al – у границы раздела с подложкой. Эти фазы, вероятно, образовались в результате частичной диссоциации Cr_xN_y , Al_2O_3 взаимодействия легирующих элементов и подслоя Н85Ю15 под воздействием электронного луча. Металлографические исследования показали, что при токе луча $I = 16$ мА во всех покрытиях произошло упрочнение в довольно узкой зоне от поверхности оплавления. Твердость относительно исходного (неоплавленного) состояния возросла в 1,2–1,4 раза. При $I = 20$ мА и $I = 24$ мА сформировались слоистые структуры с тремя зонами повышенной твердости. С повышением плотности мощности электронного луча происходит перемешивание материала подложки с покрытием, что приводит к уменьшению микротвёрдости.

Экспериментально подтверждена возможность объемного упрочнения оксидных покрытий, полученных плазменным методом, под воздействием электронного луча. Определён оптимальный режим оплавления, при котором независимо от состава и условий получения плазменных покрытий происходит формирование бездефектной литой структуры покрытий с высокими значениями твердости и абразивной износостойкости ($K_{\text{исп}} = 10$).