

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ФОРМИРОВАНИЯ НА ТРИБОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ПОКРЫТИЙ TiAlCuN, TiAlCuCN

Аспирант Чижов И. В.²

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Константинов С. В.¹, академик НАН Беларуси,
д-р физ.-мат. наук, профессор Комаров Ф. Ф.¹, ст. преподаватель Зайков В. А.²

¹НИУ «Институт прикладной физики проблем им. А. Н. Севченко» БГУ,
Минск, Республика Беларусь

²Белорусский государственный университет, Минск, Республика Беларусь

Наноструктурированные нитридные покрытия с различными добавками демонстрируют отличные механические свойства [1]. В связи с этим, актуальным направлением в современном материаловедении тонких пленок является внесение в состав нитрида TiAlN добавок меди Cu и углерода C, с целью повышения их трибо- и микромеханических свойств. Исследование влияния режимов нанесения на трибомеханические свойства нитридных и карбонитридных покрытий, получаемых методом магнетронного распыления, позволит формировать оптимальные покрытия в зависимости от области его применения.

Осаждение исследуемых покрытий производилось методом реактивного магнетронного распыления на модернизированной установке УВН-2М по заранее отработанному процессу с оптимальными параметрами нанесения [1]. Подложки из сплава титана марок ВТ1-0 предварительно проходили процедуру шлифовки и полировки. Исследования износостойкости проводились по методике «диск на плоскости». Процесс изнашивания покрытий выполнялся на воздухе в условиях сухого скольжения вращающегося контртела со скоростью 0,5 об/с относительно неподвижного образца. Диаметр вращающегося диска – 60 мм. Значение нагрузки, приложенной по нормали к поверхности исследуемых покрытий, составляло 200 мН. Время испытаний – 1 500 с. Для измерения площади треков износа использовался оптический микроскоп Opto-EduA13 3601-T, оснащенный USB цифровой камерой.

В таблице 1 представлены средние значения μ_{cp} коэффициентов трения, а также площади износа S медьсодержащих покрытий TiAlCuN, TiAlCuCN. Покрытия нитрида TiAlCuN и карбонитрида TiAlCuCN, полученные с помощью мишени 3 [1] относительно покрытий, осажденных посредством мишени 4 [1] демонстрируют на ~6 % меньшее среднее значение коэффициента трения μ_{cp} и на ~31 % большую площадь износа S . При сравнении влияния режимов нанесения было установлено, что покрытия TiAlCuN и TiAlCuCN, осажденные в режиме нанесения 1 [1] имеют на ~16 % меньшее среднее значение коэффициента трения μ_{cp} и на ~30 % большую площадь износа S . Добавление углерода C в покрытия TiAlCuCN позволило снизить среднее значение коэффициента трения μ_{cp} на ~12 %, кроме этого, уменьшилась площадь износа S на ~8 % относительно нитридного покрытия TiAlCuN.

Таблица 1 – Средний коэффициент трения μ_{cp} и площадь износа S для покрытий TiAlCuN, TiAlCuCN

Образец	μ_{cp}	S , мкм ²	Образец	μ_{cp}	S , мкм ²
3CN1	0,3	10155	4CN1	0,28	4215
3CN2	0,24	3428	4CN2	0,3	5230
3N1	0,19	7772	4N1	0,32	7382
3N2	0,43	8259	4N2	0,33	5777

Сформированные нитридные TiAlCuN и карбонитридные TiAlCuCN покрытия обладают невысоким средним коэффициентом трения μ_{cp} в пределах 0,19–0,33, демонстрируют хорошую износостойкость и могут найти применение в качестве защитных покрытий, повышающих надежность и долговечность трущихся узлов и механизмов микромеханических приборов.

Литература

1. Nanostructured TiAlCuN and TiAlCuCN coatings for spacecraft: effects of reactive magnetron deposition regimes and compositions / Komarov F. F. [et al.] // RSC Advances. – 2023. – Vol. 13. – P. 18898–18907.