

# ВЛИЯНИЕ ДАВЛЕНИЯ РАБОЧЕЙ АТМОСФЕРЫ НА ФОРМИРОВАНИЕ ФАЗОВО-СТРУКТУРНОГО СОСТОЯНИЯ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВАКУУМНО-ДУГОВЫХ МНОГОСЛОЙНЫХ ПОКРЫТИЙ ZrN/CrN

Соболь О. В., Постельник А. А., Мейлехов А.А.

*Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Создание устойчивых к термо-радиационному воздействию нитридных покрытий является темой многих работ ведущих исследовательских групп в области инженерии поверхности. Многослойные искусственные материалы позволяют в широком диапазоне проводить структурную инженерию (и соответственно изменять свойства) используя, как многослойные композиции из разных по составу и свойствам слоев, так и многопериодных из периодических (в основном би- и трехслойных в периоде) систем. В настоящее время к числу малоизученных, но перспективным по своим потенциальным возможностям системам относится ZrN/CrN. В этой системе объединены в качестве составляющих ZrN, имеющий высокую твердость, радиационную стойкость и стойкий к термическим воздействиям и также обладающий достаточно высокой твердостью и износостойкостью CrN. В этой паре CrN имеет в наиболее актуальной концентрационной области 30-50 ат.% N две основные структурные модификации, и это делает эффективным структурную инженерию путем разного насыщения слоев азотом, что достигается при изменении рабочего давления азотной атмосферы при осаждении.

Многослойные двухфазные наноструктурные покрытия ZrN/CrN осаждались в вакуумно-дуговой установке «Булат-6». Фазовый состав, структура и субструктурные характеристики изучались методом рентгеновской дифрактометрии (ДРОН-4) с использованием  $\text{Cu-K}\alpha$ -излучения. Для монохроматизации регистрируемого излучения применялся графитовый монохроматор, который устанавливался во вторичном пучке (перед детектором). Для расшифровки дифрактограмм использовались таблицы международного центра дифракционных данных Powder Diffraction File. Субструктурные характеристики определялись методом аппроксимации. Микроиндентирование проводили на установке «Микрон-гамма».

Установлено, что при  $P_N = (2,2 \dots 12) \cdot 10^{-4}$  Торр в слоях нитрида хрома формируется низшая по азоту фаза  $\beta\text{-Cr}_2\text{N}$  с простой гексагональной кристаллической решеткой, а в слоях нитрида циркония происходит формирование стехиометрической фазы ZrN с кубической решеткой. Такое многослойное покрытие (толщина слоев около 50 нм) при наибольшем из этого интервала  $P_N = 1,2 \cdot 10^{-3}$  Торр является наиболее твердым (39 ГПа) с модулем упругости 268 ГПа и отношением  $H/E = 0,145$ . В случае более высоких  $P_N$ , когда в слоях происходит образование фаз стехиометрического состава с однопериодными кристаллическими решетками (ZrN и CrN) твердость композиции не превышает 33 ГПа.