

СТРУКТУРНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ ВАКУУМНО-ДУГОВЫХ МНОГОСЛОЙНЫХ ПОКРЫТИЙ ZrN/CrN

Мейлехов А. А., Постельник А.А., Бабец Д. Н., Тараник А. Ю., Соболев О.В.
*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

В последнее время большое внимание уделяется разработке наноструктурных материалов с высокими функциональными механическими свойствами. Недавние исследования показали, что высокие механические свойства, такие как сверхтвердость, износостойкость и коррозионная стойкость могут быть достигнуты с помощью создания наноструктурированной многослойной конструкции. Система ZrN-CrN при многослойном построении в виде нанотолщинных чередующихся слоев может объединить в себе высокие свойства ZrN – твердость и радиационную стойкость с лучшими качествами CrN – стойкостью к окислению и износостойкостью.

Многослойные двухфазные наноструктурные покрытия CrN-ZrN осаждались в вакуумно-дуговой установке «Булат-6». В качестве материалов катодов использованы: хром и малолегированный цирконий; активный газ – азот (99,95 %). Покрытия наносились из двух металлических источников (Cr и Zr) на поверхность образцов 20x20x2 мм из стали 12X18H10T. Получали покрытия толщиной около 10 мкм при подаче постоянного отрицательного потенциала ($-U_s$) величиной -120 и -150 В, а также без подачи $-U_s$. Для расчета пробега ионов и распределения вакансий в слоях CrN и ZrN покрытия использовался программный пакет SRIM.

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», при нагрузке до $F = 0,5$ Н алмазной пирамидой Берковича с углом заточки 65° , с автоматически выполняемыми нагружением и разгрузением на протяжении 30 секунд.

Установлено, что при толщине слоев менее 50 нм подача $-U_s$ приводит к росту микродеформации в слоях CrN при бомбардировки их ионами Zr с большим атомным радиусом и массой, а в слоях ZrN наблюдается релаксация деформации. Наблюдаемые эффекты объяснены повышением энергии осаждаемых ионизированных частиц при подаче $-U_s$, что определяет радиационно-стимулированное перемешивание на межфазных границах слоев и приводит к падению твердости. Наибольшая твердость 42 ГПа в системе ZrN/CrN достигается при осаждении тонких (20 нм) слоев в отсутствие $-U_s$.