

## **СТРУКТУРНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ВАКУУМНО-ДУГОВЫХ ПОКРЫТИЙ НИТРИДОВ ВЫСОКОЭНТРОПИЙНЫХ СПЛАВОВ (TiZrNbVHf)N и (TiZrNbVHfTa)N**

**Постельник А.А., Соболев О.В.**

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

В последние годы структурная инженерия является основным методом получения материалов с заданными свойствами благодаря использованию сильно неравновесных методов формирования материалов. Базовой тенденцией для получения необходимых функциональных свойств стало увеличение числа элементов, и создание многокомпонентных высокоэнтропийных сплавов (ВЭС), которые могут обладать повышенной прочностью в сочетании с хорошей стойкостью к окислению и коррозии. Главной отличительной особенностью ВЭС является наличие разнородных атомов элементов в решетке твердого раствора. Благодаря высоким механическим свойствам и термической стабильности, защитный слой может поддерживать функциональность инструментов в тяжелых условиях работы и в течение длительного времени.

В данной работе в качестве составляющих высокоэнтропийный сплав были выбраны переходные металлы с высокой величиной выигрыша свободной энергии при образовании нитрида.

Осаждение покрытий проводили в усовершенствованной установке «Булат-6». Исследование структурно-напряженного состояния проводилось на дифрактометре ДРОН-4 в излучении  $\text{Cu-K}\alpha$ . Изучение фазового состава, структуры (текстуры, субструктуры) производили с помощью традиционных методик рентгеновской дифрактометрии. Элементный состав участков покрытия был определен микрорентгеноспектральным методом на электронно-зондовом микроанализаторе «САМЕВАХ-microbeam». Исследование стойкости к абразивному изнашиванию проводили на приборе «CSM Instruments CALOWEAR».

Исследовано влияние давления азота при осаждении вакуумно-дуговых (TiZrNbVHf)N и (TiZrNbVHfTa) покрытий на их фазово-структурное состояние, субструктуру и стойкость к абразивному износу. Установлено, что в многоэлементных (на основе высокоэнтропийных сплавов) (TiZrNbVHf)N и (TiZrNbVHfTa) покрытиях, полученных в атмосфере азота в диапазоне давлений азота  $P_N = 2.5 \cdot 10^{-4} \dots 4.5 \cdot 10^{-3} \text{Торр}$ , формируется однофазное состояние (на основе кубической кристаллической решетки структурного типа NaCl). Использование многоэлементного состава при однофазном состоянии с кубической решеткой позволяет для (Ti-V-Zr-Nb-Hf-Ta)N покрытий достичь высоких значений микродеформации (до 1,2%) при низком давлении осаждения. Выявлено, что высокоэнтропийные нитридные покрытия с низким абразивным износом характеризуются размером зерен-кристаллитов менее 50 нм, отсутствием или низким уровнем совершенства текстуры [111], а также наличием достаточно высокой микродеформации в кристаллитах (достигающей 1,2%).