

**ВЛИЯНИЕ ВЫСОКОЭНТРОПИЙНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ  
НИТРИДНЫХ СЛОЕВ НА СОДЕРЖАНИЕ АЗОТА И ТВЕРДОСТЬ  
ВАКУУМНО-ДУГОВЫХ МНОГОСЛОЙНЫХ ПОКРЫТИЙ  
(TiN-Cu)/(AlNbTiMoVCr)N**

**Приходько М. Ю., Садовская А. В., Масликов В. Е., Соболев О.В.**

*Национальный технический университет*

*«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Актуальность конструирования новых твердых покрытий на основе использования многоэлементных систем обусловлена постоянно появляющимися новыми проблемами современного материаловедения, так как характеристики известных твердых покрытий не могут обеспечить современные требования их эффективного функционирования. Новое перспективное направление инженерии материалов покрытий, развиваемое в последние годы, связано с использованием многоэлементных (высокоэнтропийных) нитридных покрытий, а также композиций на их основе. Целью данной работы было создание многоэлементного многослойного покрытия из базового катода Ti-Cu путем его испарения в азотной атмосфере до образования композиционной структуры TiN-Cu в сочетании со слоями из нитрида высокоэнтропийной системы AlNbTiMoVCr и установление влияния его состава на фазово-структурное состояние и механические свойства.

Образцы были получены вакуумно-дуговым методом на модернизированной установке «Булат-6». Давление рабочей (азотной) атмосферы при осаждении составляло  $P_N = (1,2...4,5) * 10^{-3}$  Торр. Осаждение осуществлялось из двух источников (Ti-12 мас. % Cu) и (AlNbTiMoVCr) при непрерывном вращении закрепленных на подложках образцов со скоростью 8 об/мин, что позволяло получать слой толщиной около 8 нм с общим числом слоев 960 (или 480 бислойных периода). Общее время осаждения покрытия составляло 1 час.

Фазово-структурный анализ проводился методом рентгеновской дифрактометрии в излучении  $Cu-K\alpha$  на установке ДРОН-4. Разделение профилей на составляющие осуществлялось с использованием пакета программ «NewProfile». Твердость измерялась на приборе для испытания на микро-твердость с помощью твердомера модели ДМ 8 по методу микро-Виккерса.

Используя методы элементного анализа, рентгеноструктурных исследований и измерения микротвердости, необходимые для проведения комплексных исследований по схеме: состав – структура – свойства, исследованы возможности структурной инженерии многослойных (TiN-Cu)/(AlNbTiMoVCr)N покрытий. Установлено, что введение второго слоя из высокоэнтропийного сплава даже при относительно малом содержании составляющих элементов (до 1 мас. %) сопровождается формированием фазы на основе ГЦК решетки твердого раствора. Переход от однослойных TiN-Cu покрытий к многослойной системе (TiN-Cu)/(AlNbTiMoVCr)N сопровождается повышением относительного содержания азота в покрытии и ростом твердости, достигающей 24,5 ГПа.