

УДК 621.793.182

С.Д. Латушкина, доц., канд. техн. наук
(ГНУ «Физико-технический институт НАН Беларуси», г. Минск);
Д. В. Куис, доц., канд. техн. наук; А.С. Раковец, ассист.;
А.С. Кравченко, инж., канд. техн. наук;
Гордиенко Д.Д., студ. (БГТУ, г. Минск)

**МНОГОКОМПОНЕНТНЫЕ ЗАЩИТНЫЕ
ВАКУУМНО-ПЛАЗМЕННЫЕ ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ
ВЫСОКОЭНТРОПИЙНЫХ СПЛАВОВ
ДЛЯ ТЕПЛОАГРУЖЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ И ИНСТРУМЕНТОВ,
РАБОТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ КОРРОЗИОННО-
МЕХАНИЧЕСКОГО ИЗНАШИВАНИЯ**

Классическим методом изменения (повышения) физико-механических характеристик сплавов является комплексное легирование твердого раствора на основе кристаллической решетки основного элемента сплава. Увеличение количества легирующих элементов, повышения их содержания в сплаве изменяет характер межатомных взаимодействий в сплаве. Особенно сильно это проявляется в сплавах, содержащих легирующие элементы, энтропия смешения которых положительна и концентрация каждого элемента составляет 5-30% (высокоэнтропийные сплавы). Вследствие изменения характера межатомных взаимодействий резко возрастает термическая устойчивость, твердость, коррозионная стойкость таких сплавов и они конкурируют с лучшими специальными сплавами.

Стабильность структуры и состава, а также высокие эксплуатационные характеристики высокоэнтропийных систем дают большие перспективы для формирования на их основе тонкопленочных покрытий, обладающих всеми преимуществами высокоэнтропийных сплавов [1-2].

На основе анализа физико-механических свойств материалов и технологических возможностей метода вакуумно-плазменного осаждения выбран состав высокоэнтропийного соединения (ВЭС) Al, Ti, Fe, Cr, Ni для формирования покрытия (Al, Ti, Fe, Cr, Ni) N, способного обеспечить улучшенные эксплуатационные свойства деталей, работающих в условиях высоких температур.

Определено, что ВЭС покрытия, осажденные в азотной атмосфере, являются однофазными с кубической ГЦК-решеткой (структурный тип NaCl). Для всех исследованных в работе покрытий, формиру-

ется текстура деформации с осью, перпендикулярной поверхности роста. На субструктурном уровне в покрытиях НВЭС повышение давления азота приводит к увеличению размеров кристаллитов и релаксации микродеформации. По абсолютной величине микродеформация в таких покрытиях выше, чем для моонитридов. Это связано с наличием в кристаллической решетке ВЭС покрытий нескольких элементов с существенно отличающимися атомными радиусами.

Изучено влияние технологических режимов вакуумно-дугового осаждения с сепарацией плазменного потока на структуру, фазовый состав и показатели свойств покрытий (Al, Ti, Fe, Cr, Ni) N.

Установлено, что в изученном интервале токов дугового разряда фазовый состав формируемых покрытий (рисунок 1) представляет твердый раствор (Ti Al) N с параметром решетки 4,2129 – 4,2145 нм и размером зерна 8,0 – 25,0 нм. Структура покрытий плотная, однородная (рисунок 2), что должно положительным образом сказаться на термической стойкости изделий с такими покрытиями.

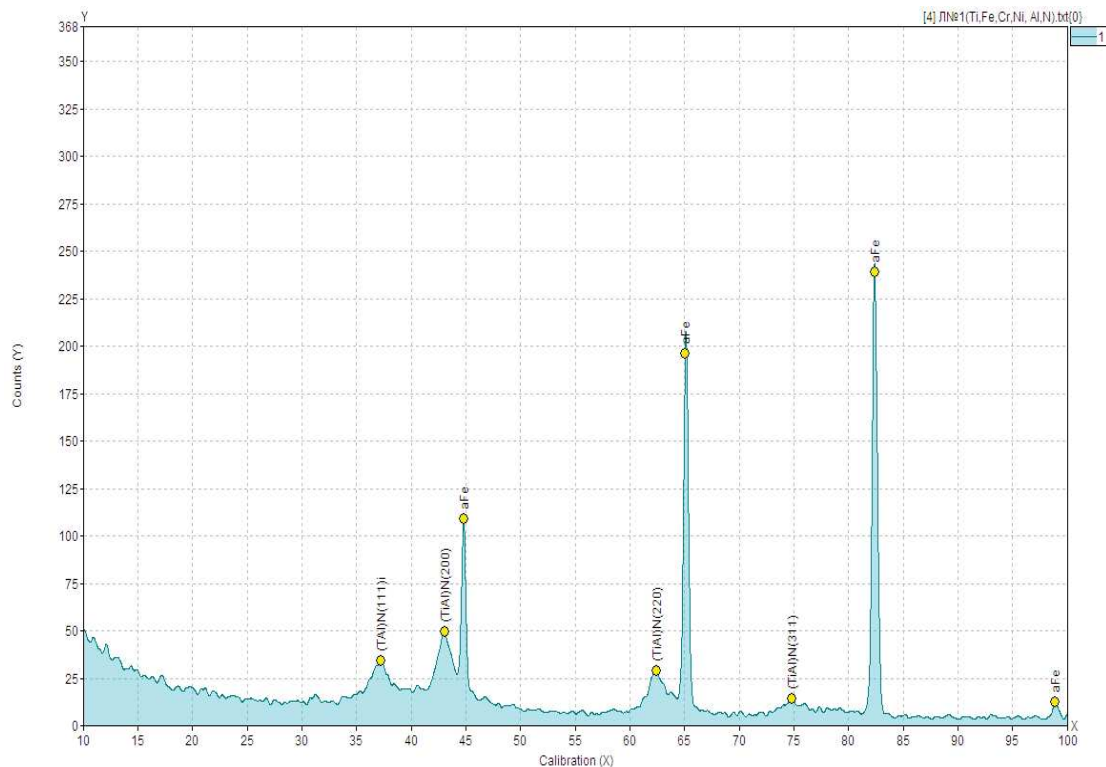


Рисунок 1 – Рентгенограмма покрытия (Al, Ti, Fe, Cr, Ni) N

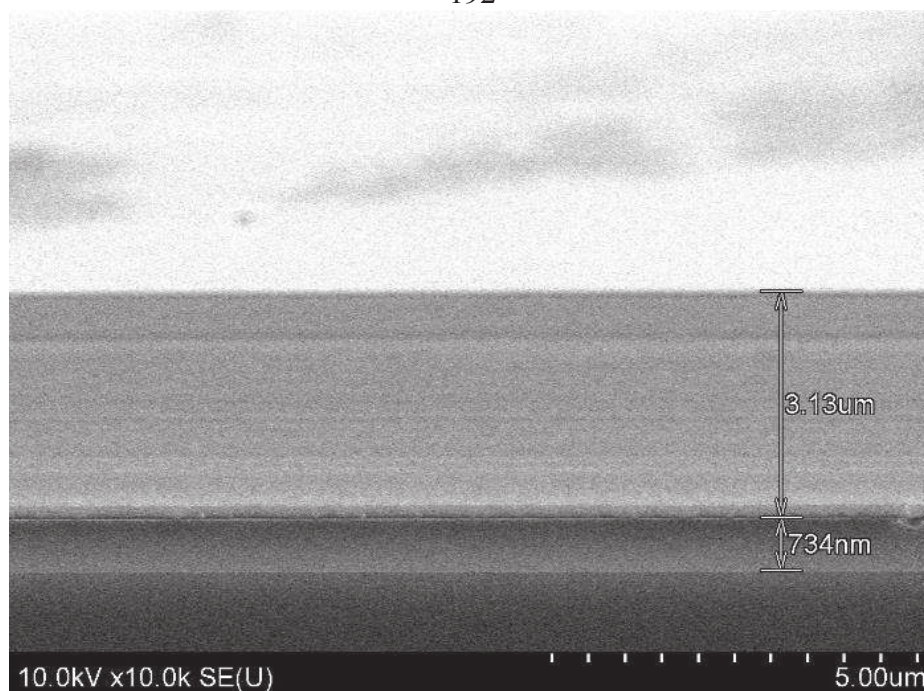


Рисунок 2 – Структура покрытия (Al, Ti, Fe, Cr, Ni) N

Определено, что увеличение тока дуги титанового катода способствует значительному увеличению содержания титана, уменьшению содержания алюминия до оптимального уровня в составе покрытия и тем самым повышению микротвердости формируемых покрытий до 40 ГПа, что хорошо согласуется с результатами фрикционных испытаний.

ЛИТЕРАТУРА

1. Senkov O.N., Scott J.M., Senkova S.V. Miracle Microstructure and room temperature properties of a hightentropy TaNbHfZrTi alloy // J. of Alloys and Com pounds. – 2011. – V. 509. – P. 6043–6048.
2. Wang X.F., Zhang Y., Qiao Y., Chen G.L. // Intermetallics. – 2007. –Vol. 15. – P. 357–362.