

С.Д. Латушкина, канд. техн. наук; В.А. Шкробот, асп.
 (ГНУ «ФТИ НАН Беларусь»);
 Д.В. Куис, доц., канд. техн. наук; Ю.Г. Рудько, студ.
 (БГТУ, г. Минск)

ВАКУУМНО-ПЛАЗМЕННЫЕ ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ ВЫСОКОЭНТРОПИЙНЫХ СПЛАВОВ

В современном мире благодаря быстро растущим потребностям промышленности, а также стремительному развитию технологий, разрабатывается все большее количество новых сталей и сплавов. По-степенно увеличивается как число легирующих элементов, так и их доля в общей массе материалов. В связи с этим получила развитие концепция так называемых высокоэнтропийных соединений. Они представляют собой сплавы, состоящие из 5 и более элементов с примерно равными концентрациями, около 5–30 ат.%. Их главные отличительные особенности состоят в наличии разнородных атомов элементов с разными электронными строениями, размерами и термодинамическими свойствами в кристаллической решетке твердого раствора замещения, что приводит к ее существенному искажению. Это способствует значительному твердорастворному упрочнению и термодинамической стабильности свойств [1]. Так же значительные искажения решетки, вызванные замещением нескольких элементов с различными атомными размерами, приводят к снижению скорости диффузии атомов и усиливает эффект образования и стабилизации твердого раствора, а также способствует уменьшению скорости роста кристаллитов, тем самым вызывая образование наноразмерной структуры [2–3].

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.

В работе для формирования покрытий применялась технология вакуумно-дугового осаждения при сепарации плазменного потока на установке с двухкатодным распылением (титановый катод, составной катод из алюминия и стали 08Х18Н10Т). В качестве подложки использовались кремниевые пластинки и твердосплавные пластины марки Т15К6. Осаждение покрытий производилось при подаче на подложку потенциала $U_{\text{п}} = -80$ В и постоянном давлении азота $P_{\text{N}} = 4 \cdot 10^{-2}$ Па.

Исследования элементного состава покрытий показали, что соотношение между металлическими атомами и атомами азота близко к эквиватомному. Варьирование тока дуги на титановом катоде приводит

только к существенному изменению соотношения титана и алюминия в покрытии.

Анализ полученных рентгенодифракционных спектров показал, что в покрытиях происходит образование твердого раствора (TiAl)N на основе ГЦК-решетки с внедренными в октаэдрические междуузелья азотными атомами.

Измерения микротвердости показали увеличение значений для образцов с покрытиями в сравнении с исходными твердосплавными пластиинами.

Дальнейшие исследования будут направлены на поиски технологических режимов, позволяющих повысить содержания элементов хрома и никеля в составе покрытия, что позволит повысить эксплуатационные характеристики покрытий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фирстов С.А., Горбань В.Ф., Крапивка Н.А. Упрочнение и механические свойства литых высоконтропийных сплавов // Композиты и наноматериалы. – 2011. – № 2. – С. 5–20.
2. Senkov O.N., Scott J.M., Senkova S.V. Miracle Microstructure and room temperature properties of a highentropy TaNbHfZrTi alloy // J. of Alloys and Compounds. – 2011. – V. 509. – P. 6043–6048.
3. Wang X.F., Zhang Y., Qiao Y., Chen G.L. // Intermetallics. –2007. –Vol. 15. – P. 357–362.