

СВОЙСТВА ВАКУУМНО-ДУГОВЫХ СВЕРХТВЕРДЫХ НИТРИДНЫХ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ПОКРЫТИЙ ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ВЫСОКОЭНТРОПИЙНЫХ СПЛАВОВ

²Андреев А.А., ¹Горбань В.Ф., ¹Карпец М.В., ¹Крапивка Н.А., ²В. А. Столбовой,
¹Фирстов С.А.,
¹ИПМ НАН Украины, ²ННЦ ХФТИ e-mail: gvf@ipms.kiev.ua

За последние годы для повышения твердости нитридных покрытий используются катоды содержащие до четырех компонентов. Катоды получают методом порошковой металлургии, однако они имеют ряд технологических недостатков затрудняющих их использование [1]. Другим путем повышения твердости нитридных покрытий является использование многослойных покрытий на основе различных сочетаний тугоплавких элементов [2]. За счет снижения структурной составляющей и образованию межфазных границ удается повысить их твердость до 50-60 ГПа. Однако дальнейших перспектив в данном направлении сложно ожидать.

В настоящее время открылся новый путь получения многокомпонентных катодов с использованием концепции высокоэнтропийных сплавов (ВЕСы) [3].

Наличие большого (не менее пяти) количества разнородных атомов обладающих различными индивидуальными свойствами накладывает свою специфику на образование твердого раствора. Для получения однокомпонентных эквиатомных или близких к ним композиций необходимо учитывать такие факторы как, электронную концентрацию каждого металла, атомный радиус, энтальпию смешения элементов, количество элементов с тем или иным типом решетки и температуру плавления каждого элемента.

В данной работе показана возможность получения однокомпонентных высокоэнтропийных сплавов содержащих пять и более нитридообразующих элементов. Полученные сплавы позволяют изготовить катоды пригодные для вакуумно-дугового напыления методом механической обработки.

Выявлены оптимальные режимы вакуумно-дугового напыления и проведены исследования физико-механических характеристик и структуры покрытий. Проведенные рентгенографические исследования показали, что как для исходных литых сплавов, так и для

покрытий полученных распылением в вакууме и в среде азота характерна однофазность.

Предложена физическая модель формирования решеток в меквиатомных высокоэнтропийных сплавах и ее влияние на физико-механические характеристики сплавов и покрытий.

Состояние материала	Исходное состояние		Отжиг 1000 °С – 1 час	
	Н, ГПа	Е, ГПа	Н, ГПа	Е, ГПа
Катод	4.2	90	4.2	90
Вакуумно-дуговое покрытие	8,1	106	8.2	106
Вакуумно дуговое нитридное покрытие	66.0	612	68,0	620

Для полученных однофазных вакуумно-дуговых покрытий характерны высокие значения твердости и отношений Н/Е* которые не наблюдаются в покрытиях из металлов. Это свидетельствует о высоких упругих свойствах данных материалов. Для вакуумно-дуговых нитридных покрытий получены рекордные значения твердости и модуля упругости.

Проведенные структурные исследования показали, что средний размер зерен находится в пределах 30-50 нм и характерен для многих вакуумно-дуговых покрытий. Структурный фактор не может служить объяснением высокой твердости данных покрытий. Высокие значения твердости вакуумно-дуговых многокомпонентных высокоэнтропийных покрытий объясняются с позиции композиционного строения их атомной решетки.

Литература

- 1.
2. А.А. Андреев, В.Ф. Горбань, О.В. Соболев, В.А. Столбовой и др. Исследование фазового состава, структуры и свойств многослойных вакуумно-дуговых нанокристаллических покрытий Ti-Mo-N// Физическая инженерия поверхности.. 2010, т.8, №1, с.28-35
3. Yeh J. W., Chen Y. L., Lin S. J. and Chen S. K. High-Entropy Alloys – A New Era of Exploitation // Materials Science Forum. 2007. V. 560. P. 1-9.