

УДК 537.525

DOI: 10.17223/00213411/62/7/25

*А.С. КЛИМОВ¹, А.А. ЗЕНИН¹, И.Ю. БАКЕЕВ¹, Е.М. ОКС^{1,2}***ФОРМИРОВАНИЕ ГРАДИЕНТНЫХ МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОГО ОБЛУЧЕНИЯ В ФОРВАКУУМЕ ***

Представлены результаты использования электронного пучка, формируемого форвакуумным плазменным электронным источником, для спекания порошковых металлокерамических материалов. В качестве спекаемых материалов использовались смеси порошков титана и керамики на основе оксида алюминия либо оксида циркония. Спекание осуществлялось с использованием узкофокусированного пучка, направленного непосредственно на поверхность металлокерамического порошка. Показано, что использование смеси тонкодисперсного порошка диоксида циркония либо оксида алюминия с титаном позволяет получить электронно-лучевым методом в форвакуумной области давлений металлокерамический образец с градиентом концентрации титана по объему образца.

Ключевые слова: электронно-лучевое спекание, металлокерамика, градиентные керамические материалы.

Введение

Современный темп развития технологий и повышение требований к деталям и механизмам требует совершенствования существующих материалов либо создания принципиально новых, обладающих улучшенными параметрами и сочетающими в себе требуемые свойства различных материалов. Потребность в таких материалах наиболее актуальна при создании износостойких, коррозионностойких покрытий для авиационной и космической техники, ядерных реакторов и др. [1–4]. Зачастую в качестве износостойкого материала с улучшенными свойствами выступает комбинация металлической основы с керамическим покрытием. Известно, что резкие изменения в составе материала и, следовательно, их физических свойств, приводят к существенным поверхностным и внутренним напряжениям [5]. Однако, если переход от одного материала к другому является плавным, то напряжения в объеме материала, за счет перераспределения между слоями различных материалов, значительно ослабляются. Данная концепция лежит в основе функциональных градиентных материалов [6], представляющих собой совокупность различных компонентов, таких, как керамика, металл, стекло и так далее, и металлической связки, содержание которой непрерывно изменяется в объеме материала [7]. Функциональные свойства таких материалов плавно или скачкообразно изменяются по объему [8–11]. В таких случаях функционально градиентные металлокерамические материалы могут иметь преимущества как керамики – высокую твердость, так и металла, то есть имеют большую ударную вязкость [12].

В настоящее время существуют несколько методов изготовления изделий из функциональных градиентных материалов. К таким методам относятся методы высокоэнергетического воздействия потоками энергии – селективное лазерное спекание и спекание электронным пучком, а также методы воздействия на объем материала, такие, как микроволновой нагрев, искровое плазменное спекание и т.д. [13–17]. Наибольшее распространение получили методы SPS и послойное лазерное спекание. Технологий создания металлокерамических градиентных материалов с использованием электронного пучка не так много, что, возможно, связано с необходимостью обеспечения стекания заряда с облучаемой керамической поверхности. Низкая электропроводность керамического порошка приводит к накоплению заряда на его поверхности, что может привести к снижению эффективности электронно-лучевого воздействия и, в конечном итоге, отклонению электронного пучка от места обработки. Решению указанной проблемы в какой-то мере может способствовать использование форвакуумного плазменного источника электронов. Рабочий диапазон давлений такого источника лежит в диапазоне 1–100 Па. Как было показано в работах [18, 19], вторичная плазма, образующаяся при распространении электронного пучка в таком диапазоне давлений, позволяет эффективно снимать заряд с облучаемой диэлектрической поверхности. Цель настоящей работы заключалась в исследовании возможности применения электронного пучка, генерируемого

* Работа поддержана грантом Президента Российской Федерации для докторов наук, проект МД-2649.2019.8.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>