

УДК 537.533.35

**XXVII Российская конференция «Современные методы электронной и зондовой микроскопии в исследованиях органических, неорганических наноструктур и нано-биоматериалов».** Черноголовка, 28-30 августа 2018г. Том 1. 2018.- 426 с.

В сборнике опубликованы материалы XXVII Российской конференции «Современные методы электронной и зондовой микроскопии в исследованиях органических, неорганических наноструктур и нано-биоматериалов», прошедшей 28-30 августа в Московской области, г.Черноголовка.

Представлены тезисы докладов в соответствии с тематическими секциями: новые методы просвечивающей/растровой электронной микроскопии, электронной дифракции и микроанализа; новые приборы, элементы электронной оптики, детекторы и обработка изображений; электронная микроскопия, электронная дифракция и микроанализ в исследовании новых материалов; другие применения электронной микроскопии и комплементарных методов; электронная микроскопия в химии, геологии и метеоритоведении; растровая электронная и ионная микроскопия. In-situ исследования в РЭМ; крио-ЭМ и применение электронной, конфокальной сканирующей микроскопии в биологии и медицине; сканирующая зондовая микроскопия; электронная и ионная литография; микроскопия в современных технологиях; методы электронной микроскопии и микроанализа в исследовании предметов культурного наследия.

Данное издание предназначено для учёных, специалистов, аспирантов и студентов, интересующихся современными методами электронной и зондовой микроскопии в исследованиях органических, неорганических наноструктур и нано-биоматериалов.

© 2018, ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН.

## **Микроструктурные исследования плазменных покрытий гидроксиапатита на титановых подложках**

Калита В.И.<sup>1</sup>, Чернов М.С.<sup>2</sup>, Соколов В.Н.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Институт металлургии и материаловедения им. АА. Байкова РАН, г. Москва, Россия*

<sup>2</sup>*Геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия*

Систему имплантат - костная ткань надо рассматривают как сложный вариант композиционного материала, граница раздела в котором формируется при врастании новой костной ткани в поверхность имплантата. Поверхность Ti имплантата формируют с одновременным учетом многих факторов в области механики нагружения, плазменного напыления и медицины. Проблемы использования Ti связаны с десятикратной разницей модуля упругости Ti и костной ткани и отсутствием между ними прочной химической связи. Пористые Ti плазменные покрытия имеют промежуточный модуль упругости и развитую поверхность. Дополнительное плазменное покрытие гидроксиапатита (ГА) повышает биоактивные свойства. Покрытие ГА должно быть плотным и прочным и одновременно иметь пористость в поверхностном слое[1]. При плазменном напылении ГА, из-за высокой скорости охлаждения частиц, возможно образование неравновесных фаз, которые имеют высокую скорость резорбции в организме. Для надежной длительной эксплуатации имплантатов в живом организме необходимо чтобы ГА находился в стабильном равновесном состоянии. Авторы предложили трехмерное капиллярно пористое (ТКП) Ti покрытие в виде гребней и впадин[2, 3]. Во впадинах сосредоточен основной объем пор покрытия, до 50%. Поскольку пористость сформирована в ТКП Ti покрытия, то ГА покрытие возможно напылять плотным, прочным и с равновесной структурой, при достаточном уровне активации напыляемых ГА частиц и Ti подложки. Активность подложки повышают за счет ее предварительного подогрева вплоть до 600°C. Увеличение температуры подогрева Ti подложки с 20°C до 550°C повышает микротвердость границы «ГА покрытие - Ti подложка» с 2,32 до 3,07 ГПа. Неравновесность фазового состава покрытия ГА зависит от температуры Ti подложки. При исходной температуре подложки 20°C на рентгенограмме фиксируется гало и в интервале температур 615-727°C фиксируется выделение тепла при ДТА анализе. У покрытия напыленного на подогретую подложку эти показатели неравновесной структуры отсутствуют. По данным рентгеновского анализа субструктура покрытия, напыленного при исходной температуре подложки

20°C, содержит кристаллиты размером порядка 20 нм (рисунок 1а). Предполагаем, что наноразмерные фазы выделяются из аморфной фазы непосредственно при плазменном напылении. При напылении ГА покрытия на подогретую до 550°C подложку размер кристаллитов увеличивается до 36 нм, изменяется характер их ориентации. Кристаллиты ориентируются длинной осью перпендикулярно к подложке в направлении тепловода, с эффектом эпитаксиального роста в последующих затвердевающих частицах (рисунок 1б).

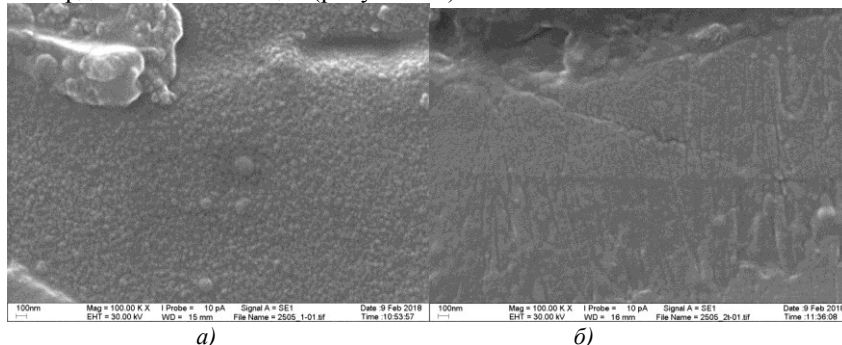


Рис.1. Микроструктура покрытий ГА напыленных на Ti подложку с начальной температурой: а – 20°C, б – 550°C.

Исследование выполнено за счет средств гранта Российского научного фонда, проект №15-19-00078. В качестве аппаратной базы для исследований применялись РЭМ LEO 1450VP (Германия), оснащенный энерго-дисперсионным спектрометром INCA Energy 300 (Великобритания), приобретенных в рамках реализации Программы развития Московского университета.

1. *Berndt C. C. et al.* A review of hydroxyapatite coatings manufactured by thermal spray // *Advances in Calcium Phosphate Biomaterials*. – Springer Berlin Heidelberg, 2014, 267-329.

2. *Kalita V.I., Gnedovets A.G.* Plasma Spraying of Capillary Porous Coating: Experiments, Modeling, and Biomedical Applications // *Plasma Processes and Polymers*. 2005. v. 2. 6. p. 485-492. DOI:10.1002/ppap.200500023.

3. *V. I. Kalita, D. I. Komlev, and A. A. Radyuk*, Structure and Mechanical Properties of Three-Dimensional Capillary-Porous Titanium Coatings on Intraosteal Implants. // *Inorganic Materials: Applied Research*, 2016, Vol. 7, No. 4, pp. 536–541.