

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
ФАНО России
ОТДЕЛЕНИЕ ХИМИИ И НАУК О МАТЕРИАЛАХ РАН
НАУЧНЫЙ СОВЕТ РАН ПО МАТЕРИАЛАМ И НАНОМАТЕРИАЛАМ
ИНСТИТУТ МЕТАЛЛУРГИИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ ИМ. А.А. БАЙКОВА РАН
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. М.В. ЛОМОНОСОВА

VI ВСЕРОССИЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО НАНОМАТЕРИАЛАМ

С ЭЛЕМЕНТАМИ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ ДЛЯ МОЛОДЕЖИ



СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ

МОСКВА, 22 – 25 НОЯБРЯ 2016 г.

WWW.NANO.IMETRAN.RU

VI Всероссийская конференция по наноматериалам

с элементами научной школы для молодежи



СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ

22-25 ноября 2016 г.

Москва, ИМЕТ РАН

УДК 539.2:621.3.049.77(063)

ББК 22.36+22.37+30.37я431

В 85

VI Всероссийская конференция по наноматериалам с элементами научной школы для молодежи. Москва. 22-25 ноября 2016 г. / Сборник материалов. – М.: ИМЕТ РАН, 2016, 688 с.

ISBN 978-5-4465-1322-2

***Выражаем благодарность за финансовую
и информационную поддержку:***



Конференция поддержана РФФИ, гранты №16-03-20864 г и 16-33-10499 мол_г

Материалы публикуются в авторской редакции.

© ИМЕТ РАН, 2016

3D-ПЕЧАТЬ РЕЗОРБИРУЕМОЙ ОСТЕОКОНДУКТИВНОЙ БИОКЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ ПОРОШКОВ $\text{Ca}_{3-x}\text{M}_{2x}(\text{PO}_4)_2$

Путляев В.И.^{1,2}, Евдокимов П.В.^{1,2}, Сафронова Т.В.^{1,2}, Орлов Н.К.¹,
Милюкин П.А.¹

¹МГУ им. М.В. Ломоносова, Факультет наук о материалах, Москва

²МГУ им. М.В. Ломоносова, Химический факультет, Москва

valery.putlayev@gmail.com

Биокерамика, применяемая в медицине для остеопластики (замены и лечения костной ткани), должна обладать следующими основными свойствами: резорбируемостью, т.е. растворимостью в среде организма, и остеокондуктивностью (остеопроводимостью) – способностью материала обеспечивать прорастание костной ткани в имплантат. Остеокондуктивные свойства биокерамики определяются наличием связанной системы макропор (размером не менее 100 мкм).

Основной задачей представленной работы являлось проектирование моделей имплантатов с оптимальной архитектурой и их воспроизведение в виде резорбируемой макропористой керамики на основе порошков фосфатов кальция типа $\text{Ca}_{3-x}\text{M}_{2x}(\text{PO}_4)_2$ ($\text{M}=\text{Na}, \text{K}$) с составом в диапазоне $\text{Ca/P}=1-1.5$ методами 3D-печати. В рамках работы синтезирована и исследована плотная керамика на основе двойных фосфатов

$\text{Ca}_{(3-x)}\text{M}_{2x}(\text{PO}_4)_2$ ($\text{M}=\text{Na}, \text{K}$). Проведено уточнение полученных ранее данных по фазовым равновесиям в системах $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 - \text{CaNaPO}_4$ и $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 - \text{CaKPO}_4$. Рентгенометрические данные кристаллических фаз в исследуемых системах впервые позволили сделать термодинамическую оценку растворимости исследуемых соединений и ранжировать их в соответствии с кинетикой растворения реальных керамических образцов. На основании изучения фазовых равновесий в системах $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 - \text{CaMPO}_4$ ($\text{M}=\text{Na}, \text{K}$), механических характеристик, растворимости в модельных средах, а также предварительных биологических испытаний *in vitro* были выбраны составы твердых растворов $\text{Ca}_{(3-x)}\text{M}_{2x}(\text{PO}_4)_2$ с $x=0.5-0.7$, позволяющие сохранить при быстром охлаждении максимальное количество растворимой высокотемпературной фазы альфа-ренанита.

Методами 3D-печати впервые получены образцы макропористой керамики на основе α - и β - $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ и двойных фосфатов кальция и щелочных металлов с архитектурами Кельвина и гироидного типа, обеспечивающими остеокондуктивностью. Было использовано два основных варианта трехмерной печати: 1) литья водных или термопластичных шликеров, содержащих $\text{Ca}_{3-x}\text{M}_{2x}(\text{PO}_4)_2$, в пластиковые формы соответствующей архитектуры, изготовленные при помощи термоэкструзионной (FDM) 3D-печати; 2) прямой стереолитографической

печати в DLP-варианте керамических суспензий в фотоотверждаемых акрилатных мономерях. Для улучшения литевых качеств суспензий была исследована их реология, предложены схемы коллоидного формования.

Показано, что стереолитография кальцийфосфатных суспензий позволяет получить керамические имплантаты с заданным размером макропор (от 50 мкм), общей пористостью не менее 80%, обладающие высокими прочностными характеристиками – прочностью на сжатие до 12 МПа и трещиностойкостью до $0.7 \text{ МПа} \cdot \text{м}^{1/2}$. Изготовленные имплантаты апробированы в качестве пористой среды (матрикса) для тканеинженерных конструкций при заселении их клетками *in vitro*. Остеокондуктивные свойства были продемонстрированы *in vivo* при внутрикостной имплантации на модели малого лабораторного животного.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ, проект 14-19-00752.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БИОМАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ПОРИСТОГО КРЕМНИЯ

Суюндукова Д.Р.

*Самарский государственный аэрокосмический университет, Самара
mukhametova-1993@mail.ru*

Основой перспективного материала для создания костных имплантатов является пористый кремний (ПК). Этот материал может быть биорезорбируемым, при этом продукты растворения пористого кремния не являются токсичными для организма. Наличие большого числа наноразмерных пор позволяет использовать пористый кремний как эффективную матрицу для создания нанокомпозитов, в том числе и с гидроксипатитом (ГАП).

Цель работы заключалась в исследовании возможности создания биоматериалов на основе пористого кремния для остеопластики и изучения его физико-химических свойств.

В связи с поставленной целью были сформулированы следующие задачи:

1. Освоить технологию создания слоев пористого кремния заданной морфологии и методы насыщения пористого кремния ГАП;
3. Исследовать гравиметрическим методом пористые и нанокомпозитные материалы;
4. Исследовать спектральным методом структуру и состав нанокомпозита.