

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](http://WWW.NANO.IMETRAN.RU)

**VI Всероссийская конференция  
по наноматериалам**

**с элементами научной школы для молодежи**



**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ**

**22-25 ноября 2016 г.**

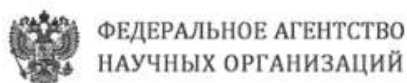
**Москва, ИМЕТ РАН**

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

**МАКРОПОРИСТЫЕ БИОРЕЗОРБИРУЕМЫЕ КОМПОЗИТЫ НА  
ОСНОВЕ СЛОИСТЫХ ФОСФАТОВ КАЛЬЦИЯ**

Тихонов А.А.<sup>1</sup>, Путляев В.И.<sup>1,2</sup>, Евдокимов П.В.<sup>1</sup>, Кукуева Е.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>МГУ им. М.В.Ломоносова, Факультет наук о материалах, Москва

<sup>2</sup>МГУ им. М.В.Ломоносова, Химический факультет, Москва

andytikhon94@gmail.com

Восстановление поврежденных костных тканей и лечение таких заболеваний являются достаточно перспективными направлениями в области современной медицины. До недавнего времени главной составляющей имплантов для замены и роста кости был гидроксиапатит  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$  (ГА) – основная неорганическая составляющая костной ткани. Основным его недостатком является низкая резорбируемость в среде организма. Поэтому в настоящее время исследуются альтернативные материалы для замены костной ткани, например, импланты на основе гомогенных смесей двух фаз: ПФК  $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$  (пирофосфат кальция)/ТКФ  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  (трехкальциевый фосфат), ТКФ/ГА. Основными прекурсорами для создания таких смесей являются слоистые фосфаты кальция, в частности, ОКФ  $\text{Ca}_8(\text{HPO}_4)_2(\text{PO}_4)_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  (октакальциевый фосфат) и «интеркалированный» ОКФ, в котором гидрофосфат-ион замещен на остаток карбоновой кислоты. ОКФ стал объектом исследования из-за своей слоистой структуры, представляющей собой чередующиеся апатитоподобные и гидратированные слои. Из-за наличия мостиков  $[\text{Ca}-\text{HPO}_4-\text{Ca}]$  в гидратированном слое возможно проводить замещение гидрофосфат аниона на остатки карбоновых кислот. Проводя замещение гидрофосфат-иона на остаток карбоновой кислоты, мы увеличиваем соотношение Са к Р в полученном соединении, что позволяет получать смеси разных составов в результате термолиза таких соединений. Варьирование состава бифазных смесей позволяет изменять свойства биокерамики на их основе, в частности скорость резорбции, т.е. растворения импланта в среде организма.

Целью нашей работы стало получение прекурсоров на основе продуктов термического разложения слоистых фосфатов кальция для создания бифазной биокерамики (ТКФ/ПФК, ТКФ/ГА) с варьруемым соотношением фаз. Основными задачами были поиск условий синтеза ОКФ и «интеркалированного» ОКФ, изучение процессов термолиза для получения прекурсоров, морфологически и химически пригодных для изготовления композитной биокерамики, а также апробация различных методов получения макропористых керамик на основе продуктов низкотемпературного разложения (300-500°C).

В результате, нами были апробированы различные методики и условия синтеза «интеркалированного» ОКФ (с использованием

буферных растворов органических кислот); чистый продукт интеркалирования (ОКФ, с замещением сукцинат-аниона на гидрофосфат-анион с  $x \approx 1$ ) наблюдается при гидролизе  $\alpha$ -ТКФ в янтарном буферном растворе. Изучены процессы термического разложения ОКФ и сукцинат@ОКФ, по которым определены температурные границы образования бифазной керамики (ТКФ/ПФК – в случае ОКФ, ТКФ/ГА – в случае сукцинат@ОКФ). Исследования плотных керамик показывают, что спеченные порошки на основе «интеркалированного» ОКФ демонстрируют лучшее уплотнение и, соответственно, обладают меньшей пористостью. Найдено, что наиболее перспективным методом создания макропористой керамики является шликерное литьё, которое позволяет получать макропористые фосфатные керамические композиты с заданной архитектурой.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ, гранты 15-03-09387, 16-53-00154.*

### **ОЦЕНКА СТРУКТУРЫ И ИЗМЕНЕНИЯ ПОРИСТОСТИ МОДИФИЦИРОВАННОЙ МЕМБРАНЫ МЕТОДОМ АСМ**

Чадов К.Ю., Смирнова Н.Н.

*Владимирский государственный университет им. А. Г. и Н. Г. Столетовых,  
Владимир, qwq@mail.ru*

**Ключевые слова:** атомно-силовая микроскопия (АСМ), ультрафильтрационная мембрана, пористость.

Мембраны более 50 лет внедрены в современные производственные процессы. Для повышения ее производительности используют различные модификации. [1]

В качестве объекта исследования использовалась ультрафильтрационная мембрана на основе сульфонат содержащего ароматического полиамида на подложке из нетканого материала, модифицированная полидиметилдиаллиламмонийхлоридом. Данная мембрана имеет пористую структуру, относящуюся к системам вычитания (губчатые структуры) [2]. При помощи методов атомно-силовой микроскопии был исследован рельеф данной мембраны и структура в различных эксплуатационных условиях (в жидкостной и воздушных средах) [3]. Пористая структура мембраны оценивалась по ряду параметров: суммарный объем, общая пористость, средний и максимальный размер пор, и распределение пор по размерам.

После проведения исследования по испарению естественной среды хранения мембраны были установлены опорные точки для дальнейшего сканирования. В результате сканирования поверхности при помощи