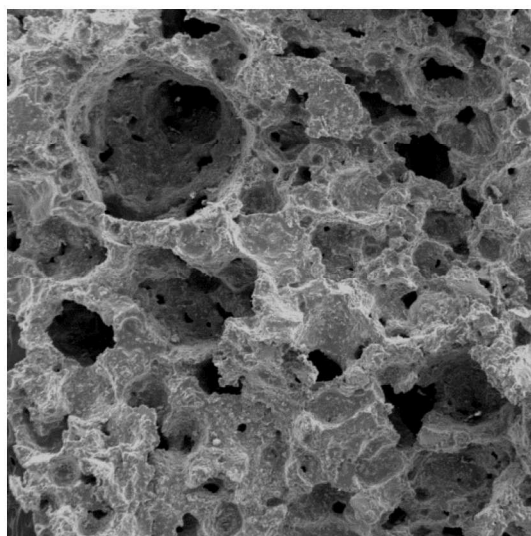
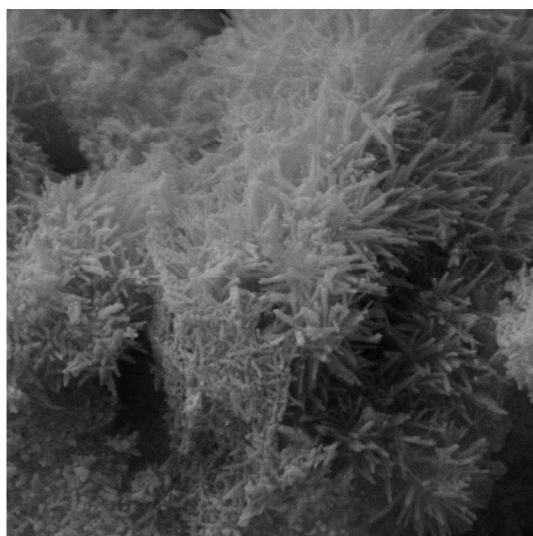
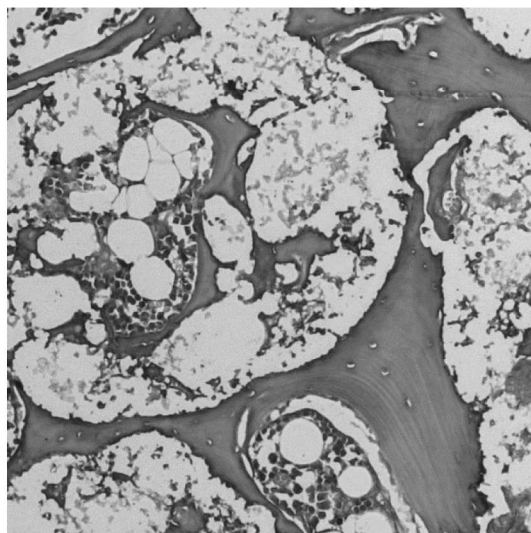
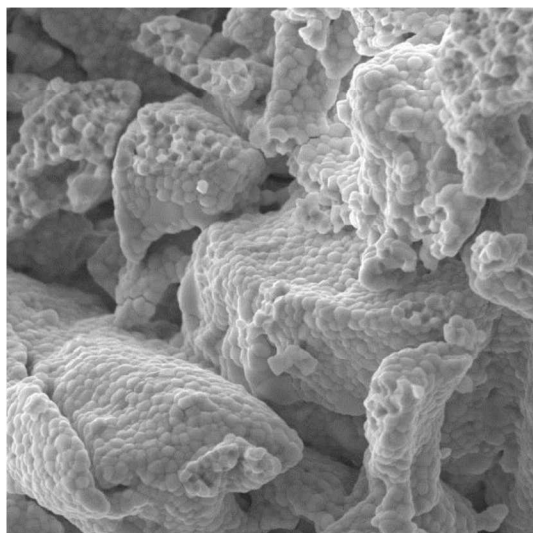


ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
НАУКИ ИНСТИТУТ МЕТАЛЛУРГИИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ
ИМ. А.А. БАЙКОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
ВСЕРОССИЙСКОЕ СОВЕЩАНИЕ**

**«БИОМАТЕРИАЛЫ В МЕДИЦИНЕ»
СБОРНИК ТЕЗИСОВ ДОКЛАДОВ**



МОСКВА 2017

УДК 615.4

ББК 52.8.28с

Б63

Б63 Всероссийское совещание «Биоматериалы в медицине». 18 декабря 2017 г. /
Программа совещания и сборник тезисов докладов. – М.: ИМЕТ РАН, 2017, 101 с.
ISBN 978-5-4465-1696-4

ИД: ООО «Буки Веди», 119049, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 4, строение 1А

В сборнике опубликованы тезисы докладов Всероссийского совещания «Биоматериалы в медицине», содержащие результаты фундаментальных исследований и прикладных разработок в области биологически совместимых неорганических, органических и композиционных материалов, применяемых для замещения, реконструкции, восстановления тканей и в системах доставки лекарственных препаратов.

Материалы опубликованы в авторской редакции.

Организаторы совещания:

Федеральное агентство научных организаций

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук

Организационный комитет:

академик Солнцев К.А.

чл.-корр. РАН Баринов С.М.

чл.-корр. РАН Комлев В.С.

чл.-корр. РАН Колмаков А.Г.

д.б.н., проф. Сергеева Н.С.

© ИМЕТ РАН 2017

ISBN 978-5-4465-1696-4



9 785446 516964 >

3. N. Sergeeva, V. Komlev, I. Sviridova, V. Kirsanova, A. Fedotov, A. Teterina, Y. Zobkov, S. Barinov. 3D printing of bone/cartilage substitutes based on bioceramics/polymers // Regenerative Medicine, 2015, Vol. 10, No. 07s, pp. 46.

4. A. Yu. Fedotov, A. A. Egorov, Yu. V. Zobkov, A. V. Mironov, V. K. Popov, S. M. Barinov, V. S. Komlev 3D printing of mineral-polymer structures based on calcium phosphate and polysaccharides for tissue engineering // Inorg. Mater. Appl. Res., 2016, Vol. 7, pp. 240.

КАЛЬЦИЙФОСФАТНАЯ БИОКЕРАМИКА В СИСТЕМЕ $\text{CaO-P}_2\text{O}_5$ МЕТОДОМ СТЕРЕОЛИТОГРАФИЧЕСКОЙ 3D-ПЕЧАТИ

Казакова Г.К., Сафронова Т.В., Путляев В.И.

Россия, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Лаборатория неорганического материаловедения

В современной реконструктивно-восстановительной хирургии и ортопедии требуются имплантаты с качественно улучшенными свойствами для регенерации костной ткани. Следует отметить, что керамические имплантаты, содержащие фазы трикальцийфосфата ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) и/или гидроксиапатита ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$), одобрены и разрешены к клиническому применению на территории большинства стран мира. Главное преимущество этих материалов состоит в обладании высокой биосовместимостью и остеокондуктивностью *in vivo*, большом сходстве по составу с костью животных и человека, отсутствию аллергических реакций. Однако они имеют следующие недостатки: низкую скорость биорезорбции, слабое стимулирующее воздействие на рост новой костной ткани (остеоиндукция), низкую трещиностойкость и малую усталостную прочность в физиологических условиях. Идеальный материал в отношении таких характеристик как остеокондуктивность, остеоиндуктивность, способность связываться с костной тканью до настоящего времени не создан. Биорезорбция костного имплантата коррелирует со способностью материала, из которого он изготовлен, к растворению. Способность к растворению кальций-фосфатных материалов возрастает с уменьшением соотношения Ca/P , которое достигается введением в состав материала конденсированных фосфат-ионов, например, пирофосфат-иона.

В связи с этим целью данной работы является получение пористого резорбируемого керамического материала на основе синтетического порошка фосфата кальция.

Для достижения поставленной цели были синтезированы высокодисперсные порошки методом осаждения из водных растворов гидрофосфата аммония и ацетата кальция, фазовый состав которых был представлен нестехиометрическим гидроксиапатитом $\text{Ca}_9(\text{HPO}_4)(\text{PO}_4)_5(\text{OH})$. Одновременное присутствие в зоне реакции ацетат-ионов и фосфат-ионов обеспечивало поддержание pH в зоне реакции около 7.

Порошковые заготовки, отпрессованные при удельном давлении прессования 50 МПа, обжигали с выдержкой в течение 2 часов при конечной температуре в интервале 800-1100°C. По данным лазерной гранулометрии фосфата кальция агрегаты наночастиц имели довольно малый размер после обжига равный $2 \pm 0,03$ мкм, что позволило производить 3D-печать. После обжига из синтетически порошков, полученных путем термической обработки при 500°C, 600°C и 700°C в течение 0, 30 и 60 минут, готовили суспензии. Почти все они имели темно-серую окраску, обусловленную присутствием различного содержания продуктов разложения ацетата аммония. Остальные компоненты светоотверждаемой суспензии включали мономер Laromer 8889 (BASF, Германия), разбавитель (ГДДА-гександиолдиакрилат), фотоинициатор TPO-L (BASF, Германия) и ПАВ Triton X-100 (Sigma-Aldrich, Германия). При этом загрузка суспензии порошком составляла 10%. Данные суспензии характеризовались достаточно высокой фоточувствительностью в глубину (53,35 мкм) и разрешением печати приемлемым для получения макропористых материалов (≈ 400 -500 мкм). Полученные композитные

(мономер/порошок фосфата кальция) конструкции в виде структуры Кельвина подвергались температурной обработке до 1200°C. Исследование метаболической активности клеток в присутствии вытяжек из исследуемого материала показало, что материалы обладают способностью поддерживать адгезию, распластывание и пролиферативную активность мезенхимальных стволовых клеток человека. В связи с этим данные образцы биоматериалов являются биосовместимыми и не оказывают цитотоксического воздействия на клетки млекопитающих. Таким образом, полученные керамические материалы пригодны для создания костных имплантатов, в том числе и в виде неорганической основы конструкций тканевой инженерии для лечения дефектов костной ткани.

Работа поддержана грантом РФФИ 15-19-00103. При анализе образцов использовалось оборудование, приобретенное за счет Программы развития Московского университета.

ПОРИСТЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ ПОКРЫТИЯ НА ТИТАНОВЫХ ИМПЛАНТАТАХ

Соколов В.Н., Разгулина О.В., Чернов М.С., Мамаева В.А., Мамаев А.И., Калита В.И.,
Комлев Д.И., Радюк А.А., Иванников А.Ю.

*ИНСТИТУТ МЕТАЛЛУРГИИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ им. А.А. Байкова Российской
академии наук*

Выполнен анализ результатов растровых электронномикроскопических (РЭМ) исследований поверхности трехмерных капиллярно-пористых (ТКП) Ti покрытий, состоящих из гребней и впадин. Эти покрытия исследовали в состоянии после напыления и дополнительно после микроплазменного оксидирования (МПО). Выявлено, что поверхностная пористость ТКП Ti покрытий достигает 30-43 %, а размер пор изменяется от 0,6 мкм до 600 мкм. Размер пор стенок гребней после плазменного напыления лежит в пределах от 1 до 10 мкм, а после МПО на гладких поверхностях гребней дополнительно формируются округлые поры (кратеры) с размерами от 0,1 до 1 мкм. Наличие крупных пор с размером 100-600 мкм в структуре ТКП покрытий без снижения их когезионной прочности делает эти покрытия перспективными для применения в ряде областей, в том числе для внутрикостных имплантатов. ТКП Ti покрытий формируется плазменным напылением и состоит из гребней и впадин, что позволяет разделить пористый и плотный объемы покрытия. В этом случае гребни можно делать с прочностью монолитных материалов, открытое пространство впадин позволяет беспрепятственно вращаться и потом функционировать новой костной ткани. Отметим трудности описания пористости ТКП Ti покрытий.

Один из вариантов ТКП Ti покрытия имеет ширину гребней и впадин до 600 мкм. Количественные микроморфологические характеристики поверхности ТКП покрытий были получены с помощью РЭМ. С этой целью использовался программно-аппаратный комплекс, состоящий из РЭМ "Hitachi S-800", соединенный через интерфейсный блок с IBM-совместимым персональным компьютером [3]. Плоские морфологические показатели структуры поверхности покрытий рассчитывались с помощью пакета прикладных программ СТИМАН [3]. Эта программа позволяет анализировать полидисперсные пористые покрытия. В результате количественного морфологического анализа были получены данные о размере и форме пор, их удельной поверхности и величине пористости покрытия. Структура образцов ТКП Ti покрытий содержит два дополнительных элемента по сравнению с традиционными покрытиями: гребни и впадины (рис.1).