

Химический факультет МГУ
Факультет наук о материалах МГУ
Совет по химии УМО по классическому
университетскому образованию

XIV Конференция молодых ученых

Актуальные проблемы неорганической химии:

**Перспективные методы синтеза
веществ и материалов**

Программа лекций и тезисы докладов

При финансовой поддержке:

Российского фонда фундаментальных исследований
ООО «Компания «СЕРВИСЛАБ»
ООО «СокТрейд Ко»

Звенигород, 13-15 ноября 2015 г.

КЕРАМИКА НА ОСНОВЕ ФОСФАТОВ КАЛЬЦИЯ И МАГНИЯ, ПОЛУЧЕННАЯ ИЗ СИНТЕТИЧЕСКИХ ПОРОШКОВ СТРУВИТА И АМОРФНОГО ПОЛИФОСФАТА КАЛЬЦИЯ

Мухин Е.А.*, Сафронова Т.В.** , Путляев В.И.**

* *Факультет наук о материалах Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, 119991, Москва, Россия, e-mail emukhin@lenta.ru*

** *Химический факультет Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, 119991, Москва, Россия*

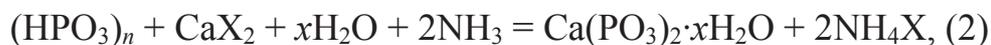
Одно из важнейших направлений развития современного медицинского материаловедения — создание неорганических материалов для искусственных костных имплантатов [1]. Материалы на основе фосфатов кальция в наибольшей степени подходят изготовления костных имплантатов. В настоящее время одним из наиболее перспективных является регенеративный подход к лечению дефектов и повреждений костной ткани с применением биорезорбируемых керамических материалов. Данный подход предполагает постепенное замещение материала имплантата растущей костной тканью. При этом сам материал играет роль опоры и источника элементов фосфора, кальция и магния для восстановления утраченной ткани [2]. Разработка новых видов керамики на основе фосфатов кальция и магния с мольным соотношением $0,5 \leq (\text{Ca}+\text{Mg})/\text{P} \leq 1,5$ расширяет основу для продвижения регенеративного метода лечения. Снижение соотношения $(\text{Ca}+\text{Mg})/\text{P}$ позволит повысить растворимость материалов на основе фосфатов кальция и магния. Ионы магния стимулируют протекание остеогенеза — важного биохимического процесса.

Целью данной работы является получение керамических материалов в системе $\text{CaO} — \text{MgO} — \text{P}_2\text{O}_5$, содержащих фазы полифосфата кальция и пирофосфата магния.

Для достижения поставленной цели были синтезированы порошковые прекурсоры целевых фаз керамического материала. Прекурсор фазы полифосфата кальция в виде порошков был синтезирован из полифосфорной кислоты, полученной с использованием ионного обмена (реакция 1), и его различных растворимых солей (ацетата, хлорида и нитрата, реакция 2). Свойства синтезированных порошков были исследованы с использованием термического и рентгенофазового анализа. Термическая эволюция синтезированных порошков была исследована методом изотермических выдержек в интервале 200 – 800 °С. По данным

РФА из всех пар прекурсоров были получены рентгеноаморфные порошки, состав которых предположительно может быть отражён формулой $\text{Ca}(\text{PO}_3)_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$.

ионообменная
смола



где $\text{X} = \text{CH}_3\text{COO}^-$, Cl^- , NO_3^-

Прекурсор фазы пирофосфата магния — тригидрат фосфата магния-аммония (струвит) был синтезирован из нитрата магния и гидрофосфата аммония (реакция 3).



Из гидратированного полифосфата кальция и тригидрата фосфата магния-аммония были подготовлены порошковые смеси, состав которых был рассчитан таким образом, чтобы получить керамические материалы с заданным конечным соотношением фаз $\text{Ca}(\text{PO}_3)_2$ и $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$. Было задано следующее содержание фазы пирофосфата магния: 0%; 25%; 50%; 75%; 100%.

По данным РФА фазовый состав керамики из порошка $\text{Ca}(\text{PO}_3)_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ после обжига в интервале температур 600 – 700 °С был представлен β - $\text{Ca}(\text{PO}_3)_2$, а после обжига при 800 – 900 °С содержал фазы β - $\text{Ca}(\text{PO}_3)_2$ и β - $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$. РФА показал, что фазовый состав керамики из порошка $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ после обжига при 600 – 1000 °С представлен β - $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$.

Установлено, что фазовый состав керамики, приготовленной из смесей, содержащих $\text{Ca}(\text{PO}_3)_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ и $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, после обжига в интервале 600 – 1000 °С включал β - $\text{Ca}(\text{PO}_3)_2$, β - $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$, β - $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ и CaMgP_2O_7 .

Таким образом, полученные керамические материалы в системе $\text{CaO} - \text{MgO} - \text{P}_2\text{O}_5$ содержат биосовместимые и биорезорбируемые фазы, что отвечает требованиям, предъявляемым к материалам для конструкций костной тканевой инженерии,

[1] Сафронова Т. Медицинское неорганическое материаловедение в России: кальцийфосфатные материалы / Сафронова Т., Путляев В. //НАНОСИСТЕМЫ: физика, химия, математика. – 2013. – Т. 4, № 1. – С. 24–47.

[2] Hench L.L. Bioceramics // J. Amer. Ceram. Soc., Vol. 81, No. 7, 1998. P. 1705–1728.