

Химический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова
Факультет наук о материалах МГУ им. М.В. Ломоносова
Научный совет по неорганической химии РАН



АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ



XXII Конференция молодых ученых «Актуальные проблемы неорганической химии: энергия +»

ПРОВОДИТСЯ ПРИ ФИНАНСОВОЙ ПОДДЕРЖКЕ

Министерства науки и высшего образования Российской Федерации,
грант № 075-15-2021-1353

Топливной компании Росатома «ТВЭЛ»

Центра НТИ “Центр технологий снижения антропогенного воздействия”

а также компаний

**СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ
СЕРВИСЛАБ**

при технической поддержке компании MESOL

Красновидово,
10-12 ноября 2023 г.

Получение порошков $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_2\text{XO}_4$ и $\text{Ca}_6\text{Na}(\text{PO}_4)_3\text{XO}_4$ ($\text{X} = \text{Si}, \text{Ge}$) методом полимерного гель-синтеза

Стребко К.С.¹, Леонтьев Н.В.², Евдокимов П.В.², Путляев В.И.^{1,2}

¹ Факультет наук о материалах МГУ имени М.В. Ломоносова, 119234, Москва, Россия,

² Химический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, 119991, Москва, Россия

kirills_str@mail.ru

В последнее время в области лечения костных дефектов проявляется большой интерес к так называемому регенеративному подходу. Суть подхода заключается в поддержке естественной регенерации человеческого организма с помощью имплантата, который не замещает собой костную ткань, а растворяется при завершении лечения и выводится из организма. В связи с схожестью по составу с основным компонентом кости – гидроксиапатитом – в этом направлении используется биокерамика на основе фосфатов кальция. Перспективным выглядит использование фосфатных составов, содержащих биологически активные Na, Si и Ge. В связи с этим, целью выполняемой работы было получение порошков $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_2\text{XO}_4$ и $\text{Ca}_6\text{Na}(\text{PO}_4)_3\text{XO}_4$ ($\text{X} = \text{Si}, \text{Ge}$), потенциально применимых для создания керамики для регенерации костной ткани.

В ходе работы было выяснено, что твердофазный синтез составов $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_2\text{XO}_4$ и $\text{Ca}_6\text{Na}(\text{PO}_4)_3\text{XO}_4$ ($\text{X} = \text{Si}$ или Ge) может быть проведён при обжиге механических смесей $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, Ca_2XO_4 и CaNaPO_4 при температуре 1500 °C в течение 3 часов с использованием платиновых тиглей.

При проведении полимерного гель-синтеза соединений $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_2\text{XO}_4$ и $\text{Ca}_6\text{Na}(\text{PO}_4)_3\text{XO}_4$ ($\text{X} = \text{Si}$ или Ge) с использованием высоких концентраций солей прекурсоров полимеризация начиналась преждевременно предположительно по ионному механизму. Равномерный нагрев гидрогелей до 1000 °C приводил к образованию микрочастиц с размером до 20 мкм. При использовании термического шока (быстрого внесения геля в нагретую до 600 °C печь) образовывались частицы размером не более нескольких десятков нанометров. Увеличение содержания N,N'-метиленбисакриламида в составе геля снижает размер образующихся в ходе его обжига частиц, что обусловлено уменьшением объёма пор в сетке геля. С помощью полимерного гель-синтеза возможно уменьшить размер частиц порошков, что позволит добиться большей плотности и прочности биокерамики, создаваемой на их основе, что необходимо для её использования в имплантатах.

В экспериментах по растворению в лимонной кислоте при постоянном pH = 5, имитирующих биологическую среду при резорбции кости в живом организме, доля растворившихся порошков $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_2\text{XO}_4$ и $\text{Ca}_6\text{Na}(\text{PO}_4)_3\text{XO}_4$ ($\text{X} = \text{Si}$ или Ge) составляет 20% за 6 часов, что позволяет рассматривать их как материалы для резорбируемой биокерамики. Установлено, что величина pH раствора после гидролиза порошка

$\text{Ca}_6\text{Na}(\text{PO}_4)_3\text{GeO}_4$ наиболее близка к физиологическому, поэтому данный состав в большей степени подходит для создания резорбируемого костного имплантата.