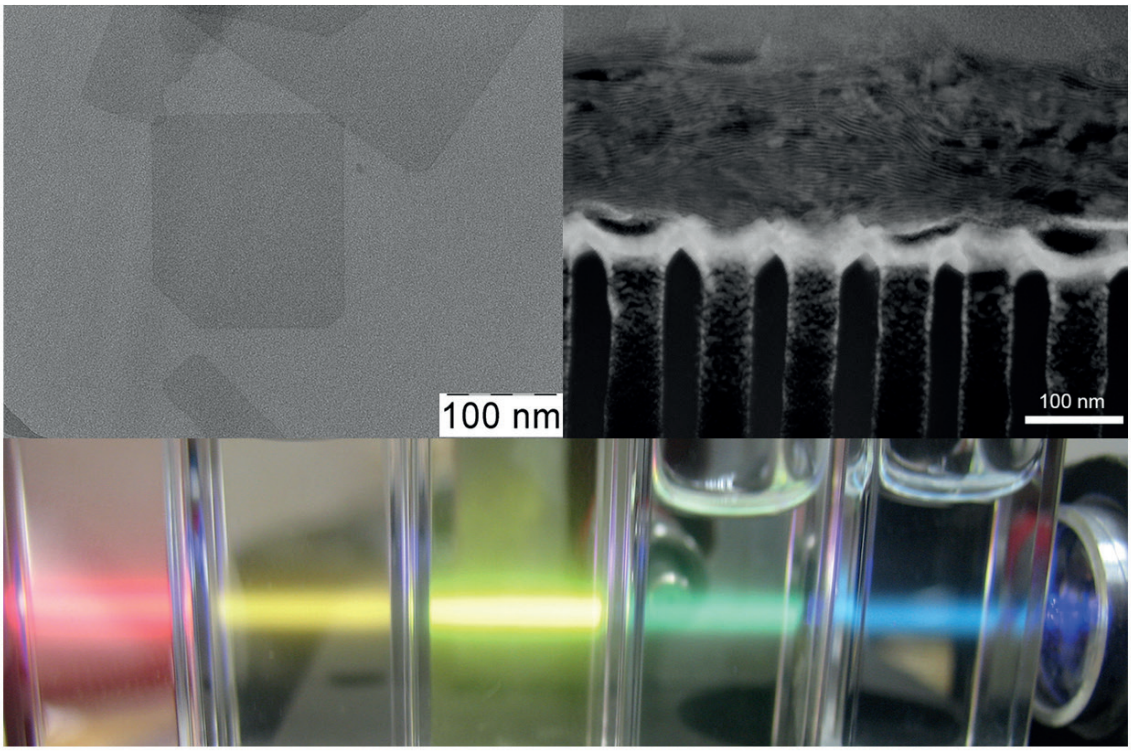
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

XX Всероссийская конференция молодых ученых

«Актуальные проблемы неорганической химии: физико-химические аспекты создания материалов с функционально активной поверхностью»

Программа лекций и тезисы докладов участников



Дом отдыха МГУ «Красновидово», 12-14 ноября 2021 г.

ISBN 978-5-6045474-3-4

9 785604 547434

ООО «Адмирал Принт»,
129090, Москва, ул. Барклая, 13/2

ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ МГУ

ФАКУЛЬТЕТ НАУК О МАТЕРИАЛАХ МГУ

XX Конференция молодых ученых

«Актуальные проблемы неорганической химии: материалы с функционально активной поверхностью»

ПРОВОДИТСЯ ПРИ ФИНАНСОВОЙ ПОДДЕРЖКЕ

компаний

СЕРВИСЛАБ
СОКТРЕЙД
СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

И при технической поддержке компании MESOL

.

Красновидово,

12-14 ноября 2021г.

Программный комитет

Председатель	**Шевельков Андрей Владимирович** д.х.н., проф. Химический факультет МГУ
Члены программного комитета	**Антипов Евгений Викторович** д.х.н., член-корр. РАН, Химический факультет МГУ
	Гудилин Евгений Алексеевич д.х.н., член-корр. РАН, ФНМ МГУ
	Казин Павел Евгеньевич д.х.н., проф. Химический факультет МГУ
	Кауль Андрей Рафаилович д.х.н., проф. Химический факультет МГУ
	Лукашин Алексей Викторович д.х.н., член-корр. РАН ФНМ МГУ
	Румянцева Марина Николаевна д.х.н., проф. Химический факультет МГУ

Организационный комитет

Председатель	**Морозов Игорь Викторович** д.х.н., в.н.с. Химический факультет МГУ
Члены организационного комитета	**Волкова Татьяна Борисовна** к.х.н. ООО “МЕСОЛ”
	Воробьёва Анна Андреевна студент, Химический факультет МГУ
	Вотякова Валерия Сергеевна студент, Химический факультет МГУ
	Глазунова Татьяна Юрьевна к.х.н., ст. преп. Химический факультет МГУ
	Лиханов Максим Сергеевич к.х.н., н.с. Химический факультет МГУ
	Панин Родион Владиславович к.х.н., доцент .Химический факультет МГУ
	Пушихина Ольга Сергеевна аспирант. Химический факультет МГУ
	Фёдорова Анна Александровна к.х.н., доцент. Химический факультет МГУ
Ответственный секретарь	**Кузнецова Елена Сергеевна** к.х.н., м.н.с. Химический факультет МГУ

Контакты:

Web – сайт конференции	www.apinch.ru
Электронный адрес:	apinch.inorg@gmail.com head@inorg.chem.msu.ru
Телефон:	**+7-495-939-20-74**

КЕРАМИКА НА ОСНОВЕ ПОРОШКОВЫХ СМЕСЕЙ β-ТРИКАЛЬЦИЙФОСФАТА И ГИДРОСУЛЬФАТА КАЛИЯ, ГОМОГЕНИЗИРОВАННЫХ ПРИ МЕХАНИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ

Ахмедов М.М.[*], Сафронова Т.В.[**], Шаталова Т.Б.[**], Тихонова С.А.[**], Казакова Г.К.[**], Каймонов М.Р.[**], Кнотько АВ.[**]

[*] *Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технология. Дизайн. Искусство), 117997, Россия, Москва, Садовническая ул., 33, стр. 1, e-mail akhmedov.mm@yandex.ru*

** *Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 119991, Россия, Москва, Ленинские Горы, 1*

Порошковые смеси β-трикальцийфосфата β-$Ca_3(PO_4)_2$ и гидросульфата калия $KHSO_4$, гомогенизированные в условиях механической активации при помощи планетарной мельницы в среде ацетона, использовали для получения керамики в системе K_2O-CaO-SO_3-P_2O_5. Порошковые смеси готовили при молярных соотношениях $Ca_3(PO_4)_2/KHSO_4$, установленных как 7/2, 4/2 и 1/2. Количество исходных компонентов было рассчитано для создания возможности получения керамических композиционных материалов, содержащих сульфат кальция ангидрит $CaSO_4$ и фазы двойных фосфатов калия кальция, таких как калий-замещенный трикальцийфосфат $KCa_{10}(PO_4)_7$ и калиевый ренанит $KCaPO_4$ использовали следующие реакции (соотношение исходных компонентов приведено в скобках):

$$7Ca_3(PO_4)_2 + 2KHSO_4 \rightarrow CaSO_4 + 2KCa_{10}(PO_4)_7 + SO_3 + H_2O \text{ («7/2»)}$$

$$4Ca_3(PO_4)_2 + 2KHSO_4 \rightarrow CaSO_4 + KCa_{10}(PO_4)_7 + KCaPO_4 + SO_3 + H_2O \text{ («4/2»)}$$

$$Ca_3(PO_4)_2 + 2KHSO_4 \rightarrow CaSO_4 + 2KCaPO_4 + SO_3 + H_2O \text{ («1/2»)}$$

По данным рентгенфазового анализа β-трикальцийфосфат β-$Ca_3(PO_4)_2$ был основной фазой во всех порошковых смесях после обработки в планетарной мельнице в среде ацетона. Только порошковая смесь «1/2» имела в своем составе небольшое количество дополнительных фаз. Дополнительно к β-трикальцийфосфату β-$Ca_3(PO_4)_2$ в порошковой смеси «1/2» были обнаружены $K_8H_9(SO_4)_7PO_4$ и $K_4H_5(SO_4)_3PO_4$.

Предположительно при взаимодействии в условиях механической активации в ацетоне протекают следующие реакции, описывающие образование $K_8H_9(SO_4)_7PO_4$ и $K_4H_5(SO_4)_3PO_4$.

$$Ca_3(PO_4)_2 + 2KHSO_4 \rightarrow K_2Ca(SO_4)_2{\cdot}H_2O + 2CaHPO_4$$

$$K_2Ca(SO_4)_2{\cdot}H_2O \rightarrow K_2Ca(SO_4)_2{\cdot} + H_2O$$

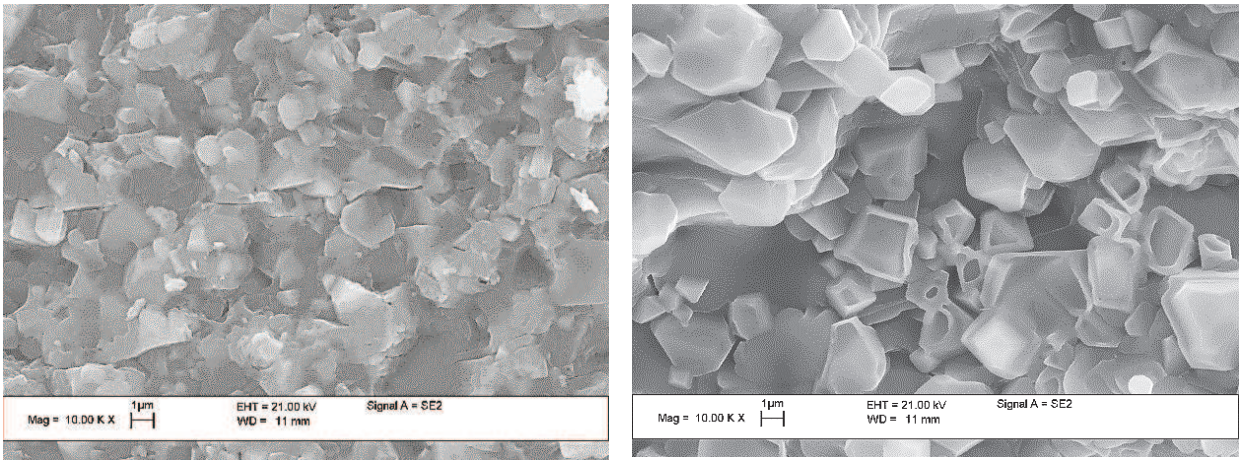
$$CaHPO_4 + 4KHSO_4 + xH_2O \rightarrow K_4H_5(SO_4)_3PO_4 + CaSO_4{\cdot}xH_2O$$

$$CaHPO_4 + 8KHSO_4 + xH_2O \rightarrow K_8H_9(SO_4)_7PO_4 + CaSO_4 \cdot xH_2O$$

Фазы сингенита $K_2Ca(SO_4)_2 \cdot H_2O$, монетита $CaHPO_4$ или гидратированного сульфата кальция $CaSO_4 \cdot xH_2O$ не обнаружены методом РФА в порошковых смесях после обработки в планетарной мельнице, поскольку возможно присутствовали в квазиаморфной форме.

Керамические образцы из подготовленных порошковых смесей после прессования (100 MPa) получали обжигом в интервале температур 700-900 °C. По данным РФА после обжига при 800 °C фазовый состав керамических образцов «7/2» и «4/2» содержали калий-замещенный трикальцийфосфат $Ca_{10}K(PO_4)_7$, β-пирофосфат кальция β-$Ca_2P_2O_7$ и кальциолангбейнит $K_2Ca_2(SO_4)_3$. Фазовый состав керамических образцов «1/2» содержал кальциевый лангбейнит $K_2Ca_2(SO_4)_3$, β-пирофосфат кальция β-$Ca_2P_2O_7$ и сульфат калия K_2SO_4.

На рис. 1. Представлены микрофотографии скола (1, а) и поверхности (1, б) керамики «1/2» после обжига при 900 °C. Размер зерен, слагающих керамику, составляет 0,5-2 мкм. На поверхности образца можно видеть достаточно крупные (до 6 мкм) кристаллы, которые возможно сформировались благодаря присутствию расплава (Тэвт.= 867 °C) в системе K_2SO_4-$CaSO_4$.



(а) $Ca_3(PO_4)_2/KHSO_4$ = 1/2_скол (б) $Ca_3(PO_4)_2/KHSO_4$ = 1/2_поверхность

Рис. 1. Микрофотографии скола (а) и поверхности керамики, полученной из порошковой смеси с мольным соотношением $Ca_3(PO_4)_2/KHSO_4$ = 1/2, после обжига при 900 °C.

Известно, все фазы полученных керамических образцов являются биосовместимыми и биорезорбируемыми. Следует отметить, что сульфат калия K_2SO_4, представленный в керамике «1/2», является водорастворимой солью. Таким образом, керамика в системе K_2O-CaO-SO_3-P_2O_5 является перспективной для различных целей, включая биомедицинские, однако для более подробного установления ее свойств, оптимального состава и технологии получения требуются дополнительные исследования.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 20-03-00550.