

ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ МГУ
ФАКУЛЬТЕТ НАУК О МАТЕРИАЛАХ МГУ



АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ: МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ, ПРЕОБРАЗОВАНИЯ И ХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ

XIX Конференция молодых ученых

Москва, МГУ,
13-15 ноября 2020 г.



КЕРАМИКА НА ОСНОВЕ ПОРОШКОВЫХ СМЕСЕЙ ГИДРОКСИАПАТИТА КАЛЬЦИЯ И ГИДРОСУЛЬФАТА КАЛИЯ, ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ МЕХАНИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ В СРЕДЕ АЦЕТОНА

Ахмедов М.М.*¹, Сафонова Т.В.**¹, Шаталова Т.Б. **¹, Тихонова С.А. **¹, Казакова Г.К. **²

*Российский государственный университет имени А.Н.Косыгина, 117997, Москва, Россия.

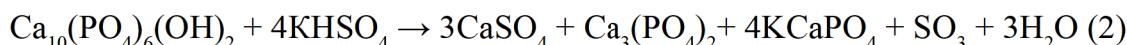
(Технологии. Дизайн. Искусство), akhmedov.mm@yandex.ru

**Химический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова,

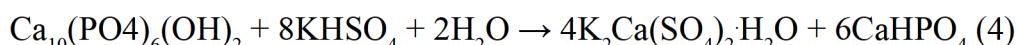
119991, Москва, Россия.

Были исследованы порошковые смеси гидроксиапатита $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ и гидросульфата калия KHSO_4 для подтверждения возможности создания керамических композитов с биосовместимыми и биорезорбируемыми фазами трикальцийфосфата $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, ренанита калия KCaPO_4 , K-замещенного трикальцийфосфата $\text{Ca}_{10}\text{K}(\text{PO}_4)_7$ и сульфата кальция ангидрита CaSO_4 .

Порошковые смеси гидроксиапатита кальция $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ и гидросульфата калия KHSO_4 были гомогенизированы в планетарной мельнице в присутствии ацетона. Порошковые смеси были приготовлены с молярным соотношением $\text{KHSO}_4/\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$, установленным как 2/1, 4/1 и 6/1, чтобы обеспечить возможность протекания реакций 1-3 при высокотемпературной обработке.



По данным РФА фазовый состав порошковых смесей после обработки в планетарной мельнице в среде ацетоне состоял из сингенита $\text{K}_2\text{Ca}(\text{SO}_4)_2\cdot\text{H}_2\text{O}$, монетита CaHPO_4 и гидроксиапатита кальция $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$. Таким образом, формирование фазового состава порошковых смесей при обработке в планетарной мельнице в среде ацетоне может быть отражено следующей химической реакцией (4):



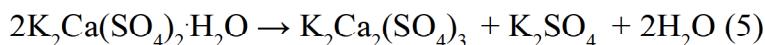
Гидросульфат калия KHSO_4 брали в недостаточном количестве по реакции (4) во всех приготовленных порошковых смесях. Дополнительная вода, необходимая для реакции (4), могла поступать из ацетона, доступного на рынке в качестве коммерческого реагента, который использовался в этих экспериментах, помимо этого вода могла образовываться в результате реакции между компонентами при помоле.

Образцы керамики, изготовленные из подготовленных порошковых смесей, обжигали в интервале температур 700-900°C. Фазовый состав керамики на основе подготовлен-



ных порошковых смесей после обжига в интервале температур 700-900°C был представлен К-замещенным трикальцийфосфатом $\text{Ca}_{10}\text{K}(\text{PO}_4)_7$ для мольного соотношения $\text{KHSO}_4/\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2 = 2/1$. Фазовый состав керамики на основе порошковых смесей с мольным соотношением $\text{KHSO}_4/\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$, заданным как 4/1 и 6/1 был представлен К-замещенным трикальцийфосфатом $\text{Ca}_{10}\text{K}(\text{PO}_4)_7$, Са-лангбейнитом (двойным сульфатом калия кальция) $\text{K}_2\text{Ca}_2(\text{SO}_4)_3$ и сульфатом калия K_2SO_4 .

Образование фазы Са-лангбейнита $\text{K}_2\text{Ca}_2(\text{SO}_4)_3$ может быть отражено реакцией (5):



Образование фазы К-замещенного трикальцийфосфата $\text{Ca}_{10}\text{K}(\text{PO}_4)_7$ может быть отражено представленной ниже последовательностью превращений (6) и (7):



Максимальная плотность (~2 г/см³) и максимальная усадка (16%) наблюдалась для образца на основе порошковой смеси с мольным соотношением $\text{KHSO}_4/\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$, заданным как 4/1. Размер зерен в керамике на основе порошковых смесей с мольным соотношением $\text{KHSO}_4/\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ равным 2/1 и 4/1 составил 0,3-1 мкм, а с мольным соотношением $\text{KHSO}_4/\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ равным 6/1 - 0,7-3 мкм.

Результаты настоящего исследования позволяют рассмотреть возможность создания нового керамического композиционного материала для лечения дефектов костной ткани, в состав которого входят К-замещенный трикальцийфосфат $\text{Ca}_{10}\text{K}(\text{PO}_4)_7$ и Са-лангбейнит $\text{K}_2\text{Ca}_2(\text{SO}_4)_3$ как возможная новая резорбируемая фаза керамического материала. Образующийся в результате термического разложения сингинита $\text{K}_2\text{Ca}(\text{SO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ сульфат калия K_2SO_4 ($t_{\text{пл.}} = 1069^\circ\text{C}$, $t_{\text{евт.}} = 867^\circ\text{C}$ в системе $\text{K}_2\text{SO}_4 - \text{Ca}_2\text{SO}_4$) может быть рассмотрен как спекающая добавка, снижающая температуру обжига.

Результаты настоящего исследования могут быть учтены при создании резорбируемых керамических материалов в системе $\text{K}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{SO}_3-\text{P}_2\text{O}_5$ для лечения костных дефектов.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 20-03-00550).

Проводится
ПРИ ФИНАНСОВОЙ ПОДДЕРЖКЕ
компаний
СЕРВИСЛАБ
СОКТРЕЙД
СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

ПРИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКЕ
профессионального организатора конгрессов
www.mesol.ru



ISBN 978-5-6043721-4-2

9 785604 372142

A standard linear barcode representing the ISBN number 9785604372142.