

Отзыв на автореферат
диссертации **Тошева Отабека Улугбековича «Керамические материалы в системах $M_2O-CaO-P_2O_5$ ($M=Na, K$), полученные обжигом цементно-солевого камня, для биомедицинских применений»,**
представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.15. Химия твердого тела

Рецензируемая работа Тошева Отабека Улугбековича посвящена актуальной проблеме медицинского материаловедения – созданию имплантатов на основе фосфатов кальция для использования в регенеративной медицине. Для повышения резорбируемости имплантата в организме автор использовал натриевый и калиевый ренанит. Целью работы являлось установление закономерностей фазообразования биосовместимых керамических материалов в системах $M_2O-CaO-P_2O_5$ ($M=Na, K$) путем обжига цементно-солевого камня, сформованного из водных высококонцентрированных суспензий, включающих тетрагидрат цитрата кальция, гидроксиапатит и дигидрофосфаты кальция, натрия, калия. Исходным материалом для создания керамических имплантатов послужили кальцийфосфатные цементы. Такой подход является принципиально новым, позволяющим создавать имплантаты сложной конфигурации. Автором была изучена эволюция фазового состава керамики на основе цементно-солевого камня в широком диапазоне температур – от 500 до 1100 °С. Впервые было установлено, что присутствие цитрат-ионов $C_6H_5O_7^{3-}$ в составе высококонцентрированных твердеющих суспензий (ВКТС), образующихся в результате протекания кислотно-основного взаимодействия, приводит к существенному (до 30 мин) увеличению продолжительности процесса твердения брушитного/монетитного цементно-солевого камня, и обеспечивает возможность пластического формования изделий сложной формы, в том числе с использованием экструзионной 3D-печати. Изменение соотношения $Ca_3(C_6H_5O_7)_2 \cdot 4H_2O / Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$ в исходной порошковой смеси оказывает существенное влияние на фазовый состав и микроструктуру образцов цементно-солевого камня, а в дальнейшем и на микроструктуру образцов керамики после обжига цементно-солевого камня при 1000 °С. Показано, что целевые фазы керамических материалов [β - $Ca_2P_2O_7$, β - $Ca_3(PO_4)_2$, $CaKPO_4$, $CaNaPO_4$, $Ca_{10}Na(PO_4)_7$, $Ca_{10}K(PO_4)_7$, $Na_2CaP_2O_7$, $K_2CaP_2O_7$] формируются как в результате термического разложения компонентов цементно-солевого камня, так и в результате протекания твердофазных взаимодействий между продуктами термического разложения компонентов цементно-солевого камня при высокотемпературной обработке. Впервые установлено, что формированию ультрапористой керамики β - $Ca_3(PO_4)_2$ с субмикронным размером зерен (200-600 нм), полученной на основе порошковой смеси, включающей $Ca_3(C_6H_5O_7)_2 \cdot 4H_2O$, $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$ и $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$, способствует гетерофазное взаимодействие продуктов, образовавшихся при нагревании цементно-солевого камня ($Ca_2P_2O_7$, $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$, $CaCO_3$, CaO). Полученные в рамках данной работы керамические материалы на основе β - $Ca_3(PO_4)_2$, β - $Ca_2P_2O_7$, β - $CaNaPO_4$ и α - $CaKPO_4$ являются биосовместимыми, обладают способностью к биорезорбции, и могут быть рекомендованы для применения в регенеративной медицине для лечения дефектов костной ткани.

По теме диссертации имеется 6 статей, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ.

Достоверность полученных результатов обеспечивается использованием комплекса взаимодополняющих методов физико-химического анализа и

воспроизводимостью экспериментальных данных, а также их согласованностью с литературными данными.

Практическая значимость данной работы заключается в следующем: получена ультрапористая, субмикронная, биосовместимая и биорезорбируемая керамика на основе β -Ca₃(PO₄)₂ с достаточной для медицинских манипуляций прочностью на сжатие (1,6 - 1,8 МПа). Подтверждена биосовместимость керамических материалов в системе CaO-P₂O₅ методами *in vitro* и *in vivo*, что позволяет рекомендовать их для лечения дефектов костной ткани методами регенеративной медицины.

Диссертация и автореферат отвечают требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 1.4.15. Химия твердого тела (по химическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова. Диссертационное исследование оформлено согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

Таким образом, соискатель Тошев Отабек Улугбекович заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.15. Химия твердого тела.

Фадеева Инна Вилоровна

Кандидат химических наук по специальности 02.00.01 – Неорганическая химия

Полное название организации: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук (ИМЕТ РАН)

Адрес организации: 119334, г. Москва, Ленинский пр., д.49

Телефон:

e-mail:

Я, Фадеева Инна Вилоровна, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета МГУ.014.8, и их дальнейшую обработку.

Подпись руки Фадеевой И.В. заверяю

Начальник отдела кадров

Гуркина А.В.

«25» мая 2026 г.