

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Папынова Евгения Константиновича на тему «**Формирование и взаимосвязь структурно-фазовых характеристик и свойств функциональных керамик при искровом плазменном спекании**» на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.17. Материаловедение

Разработка инновационных функциональных керамик с уникальными свойствами отвечает современным вызовам стратегически важных отраслей промышленности и содействует решению задач национального проекта «Новые материалы и химия», целью которого является достижение технологической независимости России, создание условий для формирования новых рынков и технологического лидерства в отраслях производства. В этой связи актуальность диссертационного исследования не вызывает сомнения, поскольку оно восполняет существующие пробелы в теоретических представлениях о закономерностях и механизмах консолидации дисперсных материалов с получением функциональных керамик с заданными свойствами для атомной, авиационной и медицинской отраслей в условиях использования нетрадиционного технологического подхода – метода искрового плазменного спекания (ИПС).

В данной работе впервые сформулированы физико-химические принципы и описан механизм формирования функционально-градиентных композитов в системе карбидокремниевая керамика-металл/сплав, позволяющие прогнозировать условия получения неразъемных соединений с заданными характеристиками, теоретические представления о механизмах образования и термической стабильности биоактивных кальций-фосфатных фаз в оксидных керамических системах при искровом плазменном спекании, а также установлена корреляционная зависимость между структурно-фазовыми характеристиками керамических материалов и их функциональными свойствами: гидrolитической и термической стойкостью, тепло- и температуропроводностью, рентгенопоглощением, биосовместимостью и биоактивностью. На основе полученных результатов диссертантом сформирована теоретическая научная база для прогнозирования эксплуатационных характеристик керамических изделий.

На высокую практическую значимость результатов диссертационной работы указывают разработанные с применением ИПС и защищенные патентами РФ способы изготовления опытных керамических изделий - источников ионизирующего излучения закрытого и открытого типа на основе поллуцита и титаната стронция, обладающих высокой эксплуатационной безопасностью по сравнению с аналогами; радиозащитного изделия для глаз на основе Ta_2O_5 , обеспечивающее полную защиту роговицы и хрусталика глаза от рентгеновского излучения в ходе радиотерапии онкообразований кожи лица; биокерамики на основе ZrO_2 и Al_2O_3 в составе с биоактивными кальций-фосфатными компонентами для костной имплантологии. Созданы технологические основы формирования металл-керамических изделий на основе высокотемпературной SiC-керамики и жаропрочных сплавов для газотурбинного двигателя с высокими эксплуатационными характеристиками.

Соответствие качества разработанных алюмосиликатных керамик для иммобилизации радионуклида цезия-137, функционально-градиентных композитов, радиозащитных и биокерамических изделий эксплуатационным требованиям подтверждено результатами натуральных/стандартизованных испытаний и рекомендовано к использованию на практике, что указывает на высокую обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

По представленным результатам работы имеется ряд замечаний и вопросов:

1. При тестировании гидrolитической устойчивости алюмосиликатной керамики методом контактирования с различными водными средами использовали модельную

(МПВ) и искусственную (ИПВ) подземные воды с близкими значениями pH, незначительно отличающиеся по величине скорости выщелачивания цезия (Рис. 3б, стр. 16). Насколько велико различие этих водных сред по химическому составу?

2. При изучении процесса получения перовскитоподобной керамики на основе SrTiO_3 для иммобилизации радионуклидов стронция-90 (стр. 18) реакционная смесь (SrCO_3 и TiO_2) для твердофазного взаимодействия была допирована Y_2O_3 и ZrO_2 в качестве модельных продуктов распада стронция-90. Это позволило определить условия формирования бездефектной монолитной и гидролитически устойчивой керамики с учетом образования дополнительных фаз в составе керамического продукта. Данный подход был бы полезен и при получении керамики на основе фазы поллуцита $\text{CsAlSi}_2\text{O}_6$, предназначенной для иммобилизации Cs-137, продуктом распада которого является стабильный изотоп Ba-137.

3. На стр. 30 в комментариях к рис. 20 утверждается, что «Использование добавки LiF оказывает существенное влияние на микроструктуру керамики, способствуя образованию наноструктурированного поликристаллического каркаса». Однако, наноструктурированность материала неочевидна из приведенного снимка в выбранном масштабе изображения (4 мкм) (Рис. 20 в). Изменение размера зерна керамики в зависимости от температуры ИПС и наличия спекающей добавки могло быть более наглядно представлено при использовании одного масштаба для всех трех изображений.

Указанные замечания не снижают практической значимости диссертации, которая выполнена на высоком научном уровне, соответствует паспорту специальности 2.6.17. Материаловедение (технические науки) и удовлетворяет всем требованиям Положения ВАК РФ к докторским диссертациям, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842 «О порядке присуждения ученых степеней» (ред. от 16.10.2024), а ее автор, Папынов Евгений Константинович, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.17. Материаловедение (технические науки).

Ведущий научный сотрудник Института химии
и химической технологии Сибирского отделения
Российской академии наук (ИХХТ СО РАН) – обособленного
подразделения Федерального исследовательского
центра «Красноярский научный центр Сибирского
отделения Российской академии наук»,
д-р хим. наук, с.н.с.

Верещагина Татьяна Александровна

Контактная информация:
660036, г. Красноярск, Академгородок, д. 50, стр. 24
тел. раб. (391)205-19-50
e-mail: vereschagina.ta@icct.krasn.ru

Я, Верещагина Татьяна Александровна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Подпись Верещагиной Татьяны Александровны заверяю

Ученый секретарь ИХХТ СО РАН,
к.х.н.



Воробьев Сергей Александрович

М.П.

31.03.2026 г.