

ОТЗЫВ

научного консультанта, академика РАН, д.х.н., профессора Сергиенко Валентина Ивановича о диссертационной работе Папынова Евгения Константиновича «Формирование и взаимосвязь структурно-фазовых характеристик и свойств функциональных керамик при искровом плазменном спекании», представленной на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 2.6.17. Материаловедение.

Диссертационная работа Папынова Е.К. посвящена решению актуальной задачи – установлению фундаментальных закономерностей формирования структуры, фазового состава и свойств функциональных керамических материалов, а также их взаимосвязи от условий искрового плазменного спекания (ИПС), и разработке способов получения опытных изделий, как основы для создания высокотехнологичного производства продукции с заданными эксплуатационными свойствами.

В качестве объекта исследования была выбрана функциональная алюмосиликатная, оксидная, неоксидная, композитная керамика и опытные изделия на ее основе в виде источников ионизирующего излучения, конструктивно-подобных элементов для устройств газотурбинного двигателя, радиозащитных изделий для радиотерапии, имплантатов для регенеративной и реконструктивной костной хирургии.

В ходе комплексных теоретических и экспериментальных исследований соискателем впервые установлены механизмы консолидации и реакционных взаимодействий, фазовых превращений и структурных изменений в условиях разогрева электроимпульсным током под давлением синтетических порошков алюмосиликатов, оксидов, карбидов и композитов. Показано, что одностадийный механизм усадки характерен для высокодисперсных алюмосиликатов, а многостадийный – для реакционных смесей, где наряду с уплотнением протекают процессы разложения и фазообразования. Впервые с применением *in situ* синхротронной дифракции изучены процессы фазообразования при формировании минералоподобных систем на основе поллуцита (CsAlSiO_4) и титана стронция структуры перовскита (SrTiO_3) в том числе, в составе с модельными продуктами деления изотопов, что позволило оптимизировать режимы ИПС для получения керамик с рекордными показателями механической прочности, термической, химической и гидролитической стойкости, соответствующими нормативным требованиям к отвержденным радиоактивным отходам. Впервые описан механизм выщелачивания иммобилизованных ионов цезия и стронция, а также ионов, моделирующих их продукты распада, из объема данных керамик.

Значительным научным достижением является установление физико-химических закономерностей и механизма формирования неразъемных соединений в функционально-градиентном материале (ФГМ) дискретного типа на основе SiC-керамики и жаропрочных сплавов с использованием металлических связующих (Ti-Ag, Ni-Ag) и демпфера (Mo) в условиях ИПС при которых достигается минимизация коэффициента температурного линейного расширения. Выявлен и описан ранее не изученный механизм, основанный на межфазной диффузии и образовании дисперсионно упрочненных связующих микрослоев на основе полиморфных модификаций титана и карбида MoTiC_2 при искровом плазменном разогреве соединяемых разнородных материалов в единую конструкцию ФГМ.

В работе разработаны и экспериментально реализованы и обоснованы новые технологические способы получения опытных изделий с применением ИПС: источников ионизирующего излучения закрытого и открытого типа с керамическими активными зонами; конструктивно-подобного элемента лопатки турбины; радиозащитного изделия для глаз на основе Ta_2O_5 ; биокерамических имплантатов для регенерации костных дефектов. Для Ta_2O_5 керамики впервые показана эффективность температуропонижающей добавки LiF, позволяющей снизить температуру спекания на 200 °С без ухудшения свойств. Проведенные *in vivo* испытания доказали высокую радиозащитную эффективность

керамического изделия на основе Ta_2O_5 (94-100 % поглощения рентгеновского излучения) в предотвращении повреждений структур глаза при радиотерапии кожи лица, превосходящую коммерческие аналоги. Впервые проведенные *in vivo* исследования подтвердили безусловно высокий остеоинтеграционный потенциал разработанных биокерамических имплантатов на основе Al_2O_3 и ZrO_2 в составе с кальций фосфатами при регенерации крипных костных дефектов в ветеринарии.

При выполнении диссертационной работы Папынов Е.К. проявил себя как высококвалифицированный ученый, способный не только к проведению фундаментальных исследований, но и к решению комплексных прикладных задач. Он продемонстрировал глубокие знания в области материаловедения, химии твердого тела и современных методов анализа, владение методиками синтеза и спекания, а также способность к организации и руководству крупными научными проектами.

Соискателем получен ряд научных результатов, обладающих бесспорной новизной и достоверностью. Теоретическая значимость работы заключается в фундаментальном вкладе в теорию искрового плазменного спекания, установлении корреляционных связей между параметрами процесса, структурой и свойствами керамик. Практическая ценность подтверждена актами использования и внедрения результатов в деятельность организаций-партнеров, таких как «ОКБ им. А. Льюльки», ЗАО «Авиационных технологий. Инжиниринг и консалтинг», Приморский онкологический диспансер, а также использованием результатов в учебном процессе ДВФУ.

Результаты работы достаточно полно отражены в научных публикациях: 41 работа, в том числе 20 статей в рецензируемых журналах, индексируемых в Web of Science и Scopus (из них 15 в квартилях Q1-Q2), 3 главы в монографиях, 8 патентов РФ. Научные достижения Папынова Е.К. были доложены на всероссийских и международных конференциях.

Папынов Е.К. является зрелым ученым с признанным авторитетом, о чем свидетельствуют его высокие наукометрические показатели (индекс Хирша – 32), наличие престижных премий (Президиума РАН, «Росатома» и др.), а также успешная научная, административная и педагогическая деятельность.

В целом соискателем успешно решены поставленные задачи, реализованы планы исследований, что в полной мере отражено в диссертации и автореферате.

Считаю, что диссертация Папынова Евгения Константиновича выполнена на актуальную тему, представляет собой законченную научно-квалификационную работу, обладающую несомненной научной новизной, теоретической и практической значимостью, а соискатель заслуживает присуждения учёной степени доктора технических наук по специальности 2.6.17. Материаловедение.

Научный консультант:
академик РАН, доктор химических наук, профессор,
советник РАН



Сергиенко Валентин Иванович

91.10.2025

Адрес, телефон, электронная почта
119991 Москва, Ленинский пр-т, д. 14

sergienkovi@yandex.ru

Подпись Сергиенко Валентина Ивановича удостоверяю: