

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Виноградова Владимира Юрьевича
«Разработка способов получения материалов на основе цирконата гадолиния и циркона с применением механоактивированного природного и техногенного минерального сырья», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.7. Технология неорганических веществ

Цирконийсодержащие соединения, включая цирконаты редкоземельных металлов и циркон, играют ключевую роль в современной науке о материалах благодаря уникальным физическим и химическим свойствам. Эти вещества используются для изготовления термостойких покрытий авиационных двигателей, высокоэффективных катализаторов и чувствительных датчиков. Особенное значение приобретает керамика на основе цирконатов РЗЭ и циркона, используемая как огнестойкий материал или в качестве перспективной основы для фиксации радиоактивных отходов. Важной задачей становится развитие новых методов получения, позволяющих упростить процесс, ускорить синтез и обеспечить высокий уровень качества функциональных цирконийсодержащих материалов. Одним из наиболее перспективных направлений является сочетание механохимического подхода с различными методами консолидации, в частности, с электроискровым спеканием, которое улучшает характеристики получаемых материалов и уменьшает затраты на производство.

Диссертационная работа Виноградова В.Ю. направлена на решение методологических аспектов разработки механохимических способов получения нанокристаллического цирконата гадолиния ($Gd_2Zr_2O_7$) и циркона ($ZrSiO_4$). Исследование актуально ввиду потенциала использования уникальных минералов Кольского полуострова, обогащённого циркониевым и редкоземельным сырьём, в рамках комплексной переработки природных ресурсов. Работа Виноградова В.Ю. представляет собой глубокое и всестороннее исследование по разработке новых методов синтеза цирконийсодержащих соединений, таких как $Gd_2Zr_2O_7$ и церийсодержащие твердые растворы на основе циркона ($(Zr,Ce)SiO_4$). Работа выполнена на высоком научном уровне и охватывает широкий спектр вопросов, начиная от оптимизации методов синтеза и заканчивая изучением функциональных характеристик полученных материалов.

Стоит выделить следующие положительные стороны работы:

Научная новизна и оригинальность. Работа характеризуется значительной научной новизной, что проявляется в ряде оригинальных решений и выводов. Впервые продемонстрировано эффективное применение механохимической активации (МА) для синтеза нанокристаллического $Gd_2Zr_2O_7$ и $(Zr,Ce)SiO_4$ твердофазным методом при существенно сниженных температурах и сокращённом времени синтеза. Подробно исследована роль карбонизации гидроксидных прекурсоров $Gd_2Zr_2O_7$ и доказана важность предварительной МА для улучшения качества конечного материала. Разработан эффективный метод синтеза $(Zr,Ce)SiO_4$ позволяющий увеличить степень иммобилизации церия как аналога плутония. Продemonстрирована успешная замена дорогостоящих коммерческих реактивов реагентами на основе природного и техногенного сырья Кольского полуострова (бадделеита и шлака - отхода производства никеля), что открывает перспективы промышленного внедрения технологии.

Практическая значимость. Полученные результаты имеют высокую прикладную ценность, т.к. материалы на основе цирконатов РЗЭ представляют интерес для разработки термобарьерных покрытий газовых турбин, катализаторов, сенсорных устройств и ионопроводящих материалов, а использование местных ресурсов Кольского региона обеспечивает экономичность и экологичность производственного цикла. Результаты по иммобилизации радиоактивных отходов в цирконовых матрицах соответствуют российским стандартам и открывают путь к созданию экологически безопасной технологии обращения с опасными материалами и отходами.

Методологическая обоснованность. Исследование выполнено с соблюдением всех стандартов научного эксперимента, а именно, использовались современные методы

диагностики (РФА, ИК-спектроскопия, электронная микроскопия, термический анализ и др.). Проведен глубокий анализ экспериментальных данных с привлечением статистических методов и компьютерных расчётов. Все ключевые эксперименты повторялись многократно, обеспечивая надёжность и воспроизводимость результатов.

Достоверность представленных данных не вызывает сомнения, т.к. апробация работы проведена на большом количестве научных конференциях всероссийского и мирового уровня. Опубликовано более 20 печатных работ, включая 6 работ, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus и рекомендованных ВАК, полностью раскрывающих содержание диссертационной работы Виноградова В.Ю., а также получено 2 патента РФ.

Автореферат и диссертационная работа написаны грамотным техническим языком. Автореферат полностью отражает содержание диссертационной работы.

Несмотря на высокое качество проведённой работы, имеются некоторые **замечания и рекомендации**, которые могли бы улучшить:

1. Было бы полезно подробнее раскрыть механизм влияния механохимической активации на химические и физические процессы, происходящие при синтезе $Gd_2Zr_2O_7$ и $(Zr,Ce)SiO_4$, например, объяснить особенности изменения скорости кристаллизации.

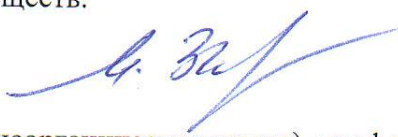
2. Несмотря на очевидные экологические плюсы использования местных ресурсов, стоило бы отдельно подчеркнуть экологическую безопасность предложенных методов и оценить потенциальное влияние на окружающую среду.

3. Рекомендуются обсудить возможные направления дальнейшего развития технологии, включая промышленное внедрение и коммерциализацию результатов.

Замечания носят уточняющий характер и не снижают научную ценность диссертационной работы Виноградова В.Ю.

Диссертация Виноградова Владимира Юрьевича «Разработка способов получения материалов на основе цирконата гадолиния и циркона с применением механоактивированного природного и техногенного минерального сырья» по научному уровню, обоснованности и достоверности полученных данных соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (редакция от 25.01.2024 г. № 62), предъявляемых ВАК при Минобрнауки России к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а её автор, Виноградов Владимир Юрьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.7. Технология неорганических веществ.

Зверева Ирина Алексеевна



Доктор химических наук (02.00.01– неорганическая химия), профессор, профессор кафедры химической термодинамики и кинетики Института химии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет» (198504, Санкт-Петербург, Петергоф, Университетский проспект, дом 26. Телефон: +7-9043305019 Е-почта: irina.zvereva@spbu.ru)

Я, Зверева Ирина Алексеевна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

17 ноября 2025 г.



Зверева Ирина Алексеевна

