

## Отзыв на автореферат диссертации Смирнова Сергея Валерьевича

«Керамические материалы на основе диоксида циркония с пониженной температурой спекания», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.11 - Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов.

Тема работы является весьма актуальной и решение задач, поставленных в рамках данной работы, позволяет экономично получать керамику на основе диоксида циркония при относительно невысокой температуре спекания (**1150 – 1420 °C**) на воздухе с определенным уровнем прочности для керамики такого состава.

Судя по материалам автореферата, соискатель выполнил большую научную и существенную практическую работу по синтезу нанопорошков  $ZrO_2$  с использованием метода химического осаждения из водных растворов солей, механоактивации и термического старения, а также установил особенности спекания материала с применением легкоплавких добавок (на основе силиката натрия, ниобатов щелочных металлов и комплексного железосодержащего компонента). Кроме того были изучены фазовый состав, структура и физико-механические свойства разработанных материалов, дополнительно проведены испытания *in vitro* для прогнозирования их поведения в организме человека.

*Положительно оценивая представленные в автореферате результаты исследования, хотелось бы задать некоторые уточняющие вопросы:*

1. Известно, что для материалов такого класса (например, для поликристаллического  $t-ZrO_2$ , частично стабилизированного оксидом иттрия, **спеченного при 1400 °C**) обычно достигаются высокие показатели прочности  $\sim 1000$  МПа и трещиностойкости  $\sim 10$  МПа $\cdot$ м<sup>1/2</sup> (Баринов С.М. Техническая керамика. – М.: Наука, 1993, 187 с / на стр. 123-124).

Для разработанной группы материалов в рамках данной диссертации эти показатели составляют 260 – 800 МПа (прочность) и не более 8,1 МПа $\cdot$ м<sup>1/2</sup> (трещиностойкость). При этом максимальный показатель прочности (800 МПа) относится к «чистому»  $t-ZrO_2$  без легкоплавких добавок, спеченному при **1420 °C** (см. стр. 13 автореферата).

Можно ли констатировать, что за некоторое снижение температуры спекания материалов приходится «заплатить» существенным уменьшением их прочности (до 30 %) и трещиностойкости?

2. На рис. 10 стр. 14 автореферата зафиксирована крайне неоднородная структура спеченного материала с добавкой легкоплавкого компонента –  $Na_2SiO_3$ . Вероятно, на рис. 10 мы видим агломераты из наноразмерных частиц, пропитанные расплавом  $Na_2SiO_3$ , и межагломератные поры, возникающие в результате эффекта «зонального уплотнения» агломератов в процессе усадки. Этот вопрос требует пояснения, поскольку для получения


однородной структуры материала требуется нивелировать эффект «зонального уплотнения» каким-либо технологическим приемом.

3. Поскольку керамика на основе диоксида циркония относится к высокотемпературным конструкционным материалам, то весьма важным было бы знать для разработанных керамик верхнюю температурную границу, при нагреве выше которой перестает реализовываться эффект трансформационного упрочнения вследствие  $t \rightarrow m$  перехода.

В целом, по актуальности темы, научной новизне и практической значимости результатов диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям п.п. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденным Постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор Смирнов С.В. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.11 – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов.

Доцент кафедры «Материаловедение и  
Технология Обработки Материалов», к.т.н. \_\_\_\_\_ (Д.А. Иванов)

*Полностью согласен и подтверждаю  
зачисление в аспирантуру по специальности  
Иванов Д.А.*



**Иванов Дмитрий Алексеевич,**

Кандидат технических наук, специальность 05.17.11 – «Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов», доцент кафедры Материаловедения и технологии обработки материалов Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»

Адрес: 125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д.4, А-80, ГСП-3.

Тел.: 8(917)573-39-97. E-mail: [dali\\_888@mail.ru](mailto:dali_888@mail.ru)