

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы

**ЖИГАЧЕВА Андрея Олеговича**

на тему **«Синтез, структура и свойства наноструктурированных циркониевых керамик на основе природного минерала – бадделеита»**, представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04. 07 - Физика конденсированного состояния

В настоящее время важнейшим фактором развития различных производств является конкурентоспособность выпускаемых материалов и изделий. Это достигается разработкой и внедрением инновационных технологий для производства высококачественной продукции. Одним из перспективных направлений в области современного материаловедения является развитие физико-технологических основ создания высокоогнеупорных изделий на основе диоксида циркония, обеспечивающих реализацию «экстремальных» технологий, когда речь идет о высоких температурах, механических нагрузках, коррозионной стойкости и т.д. Создание таких изделий требует нового научного решения при разработке материалов на основе природного минерала бадделеита, крупные залежи которого находятся на территории России (Ковдорский ГОК в Мурманской области).

В этой связи, тема диссертационной работы Жигачева А.О., посвященная установлению взаимосвязи между условиями синтеза, структурой и свойствами циркониевых керамик с примесями  $\text{SiO}_2$  и формулировке на основе полученных данных физически обоснованного подхода к получению инженерных керамик из природного минерала – бадделеита, является, безусловно, актуальной.

Для реализации поставленной цели, автором на основании термодинамических расчетов показано, что снижение размеров кристаллитов приводит к расширению областей стабильности  $t\text{-ZrO}_2$  благодаря разнице поверхностных энергий фаз  $\text{ZrO}_2$ . Максимальная концентрация  $\text{CaO}$ , при которой стабильна  $t\text{-ZrO}_2$  приближенно зависит от размера зерен  $d$  как  $\eta_{\text{CaO}} = 153,01 \cdot 1/d + 6,29$ , нижняя температурная граница  $t$ -области –  $T_1 = -3,73 \cdot 10^5 (1/d)^2 - 1,64 \cdot 10^4 (1/d) + 1277$ .

Рассчитан фазовый состав  $\text{Ca-TZP}$  керамик после спекания с учетом влияния примесей  $\text{SiO}_2$  и размера зерен. На основании термодинамических расчетов показано, что в  $\text{Ca-TZP}$  керамиках происходит химическое связывание примесей  $\text{SiO}_2$  с матрицей  $\text{ZrO}_2$  и  $\text{CaO}$ , энергия связи составляет 2,86 эВ на примитивную ячейку примеси.

Разработана оригинальная аналитическая модель, описывающая кинетику деградации стабилизированных циркониевых керамик. Описанная модель дополняет рассмотрение деградации в рамках закона Меля-Аврами-Джонсона-Колмогорова и позволяет оценить физические параметры процесса деградации: скорость нуклеации  $m\text{-ZrO}_2$ , размеры трансформированных областей и скорости их роста.

На основании выявленных закономерностей соискателем разработаны составы и показана возможность получения инженерных  $\text{TZP}$  керамик на основе бадделеита, стабилизированного оксидом кальция, обладающих твердостью и трещиностойкостью на уровне мировых аналогов и в несколько раз менее уязвимых к старению.

Результаты диссертационной работы широко апробированы на Международных и Всероссийских научно - технических конференциях; по материалам диссертации опубликовано 13 работ, в том числе 9 работ - в изданиях, входящих в Перечень ведущих рецензируемых журналов и изданий, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ.

В целом, судя по автореферату, диссертация Жигачева А.О. «Синтез, структура и свойства наноструктурированных циркониевых керамик на основе природного минерала – бадделеита» представ-

ляет собой научно - квалификационную работу в которой изложены новые научно обоснованные технические, технологические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны и по своей актуальности, теоретическому и практическому значению отвечает требованиям, предъявляемым «Положением о присуждении ученых степеней» (в редакции постановления Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.) к кандидатским диссертациям.

Автор работы, Жигачев А.О., несомненно, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04. 07 - Физика конденсированного состояния.

Зав. кафедрой технологии стекла и керамики (ТСК)  
Белгородского государственного технологического  
университета (БГТУ) им. В.Г. Шухова  
д.т.н., профессор  
(специальность 05.23.05 – Строительные материалы  
и изделия)

Евтушенко Евгений Иванович

Доцент кафедры ТСК  
БГТУ им. В.Г. Шухова,  
к.т.н., доцент  
(специальность 05.17.11 – Технология силикатных и  
тугоплавких неметаллических материалов)

Бельмаз Николай Сергеевич

27 октября 2016 г.

Почтовый адрес:

308012, Белгородская область, Белгород, ул. Костюкова, 46:

(4722) 54-20-87, 55-41-03, 30-99-07

Web-сайт: <http://www.bstu.ru>

E-mail: [rector@intbel.ru](mailto:rector@intbel.ru);



Достоверно  
В.И. Шенко в.и.; Г.И. Яковлев Г.И.  
В.И. Шенко