

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Кораблевой Елены Алексеевны на тему  
**«Физико-химические закономерности синтеза и спекания наноструктурных  
материалов на основе  $ZrO_2$ »**,

представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.17.11 – «Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов».

Диссертационная работа посвящена созданию новых керамических наноструктурных материалов на основе диоксида циркония с повышенными значениями проводящих и термомеханических свойств для новых технических объектов: электрохимических устройств (ЭХУ) на основе твердых электролитов; установок для получения металлических порошков для 3 Д - принтеров из расплавов металлов. Для совершенствования ЭХУ требуются твердые электролиты с повышенными стабильными во времени при температурном применении значениями проводящих и термомеханических свойств. Для получения металлических порошков с заданными свойствами требуются термостойкие керамические материалы, выдерживающие тепловое нагружение в области температур (1580-1800)°С без разрушения и потери эксплуатационных свойств.

Поэтому **цель диссертационной работы** Кораблевой Е.А. - проведение исследований физико-химических процессов, протекающих при синтезе и спекании материалов на основе диоксида циркония из нанокристаллических порошков и получение наноструктуры, отвечающей за повышение проводящих и термостойких свойств керамики при температурном применении является в настоящее время **перспективной**.

При проведении работы, автором были поставлены и успешно решены следующие задачи: осуществление контролируемого и воспроизводимого синтеза керамических материалов с наноструктурой из исходных нанокристаллических порошков с оптимальным размером частиц агломератов в системе  $ZrO_2 - Y_2O_3$  и  $ZrO_2-MgO$ ; исследование влияния спекания с быстрым темпом нагрева и охлаждения на размер кристаллитов, эволюцию фаз и относительную плотность в системе  $ZrO_2 - Y_2O_3$ ; исследование влияния наноструктуры в системе  $ZrO_2 - Y_2O_3$  на проводящие свойства при длительном температурном воздействии; исследование процессов фазообразования, спекания и формирования наноструктуры в порошковых системах  $ZrO_2-CaO$ ,  $ZrO_2-MgO$ , обеспечивающей стойкость термоудару в расплавах металлов.

В результате проведенных автором исследований был решен целый ряд важных проблем, а именно:

- установлены оптимальные свойства исходных порошков на основе  $ZrO_2$ , которые является обязательным условием для получения плотной керамики с размерами кристаллитов до 100 нм после спекания.
- изучено на примере системы  $ZrO_2$ - $Y_2O_3$  влияние параметров спекания на процесс фазообразования и получения плотной наноструктуры с размером кристаллитов до 100 нм, позволяющей увеличить проводящие и механические свойства в 1,5 раза по сравнению со свойствами керамики с макроструктурой.
- установлено влияние введения небольшой добавки оксида алюминия до 1 мол% к  $ZrO_2$  (4 мол %  $Y_2O_3$ )
- Выявлены фазовая и структурная устойчивость и стабильность проводящих свойств наноструктурной керамики на основе диоксида циркония при длительном температурном воздействии при 850°C в течение 1200 ч.
- Установлено влияние соотношения исходных порошков в смеси, дисперсность, параметров спекания керамического материала на основе диоксида циркония, стабилизированного двумя оксидами CaO, MgO на получение наноструктуры, отвечающей за увеличение термостойкости, по сравнению с керамикой на основе диоксида циркония, стабилизированного одним из стабилизирующих оксидов: MgO или CaO.

**Практическая значимость представленных результатов** состоит в том, что результаты исследований в диссертационной работе являются основой разработки целого ряда материалов.

Разработан керамический материал на основе  $ZrO_2 - Y_2O_3$ , применяемый для изготовления чувствительных элементов для датчиков концентрации кислорода в жидкометаллическом теплоносителе ядерного реактора.

Разработан керамический материал на основе  $ZrO_2 - Y_2O_3 - Al_2O_3$ , применяемый для изготовления твердых электролитов электрохимических устройств - датчиков парциального давления кислорода.

Особенно вызывает большой интерес исследования Кораблевой Е.А., которые легли в основу разработки термостойкого материала на основе  $ZrO_2 - MgO - CaO$  с наноструктурой, отвечающей за стойкость к термоудару при контакте с расплавами металлов и сплавов при (1570-1800)°C. Кроме этого, этот керамический материал способен длительно работать в качестве огнеупорной футеровки в установках для плавки кварцевого стекла при  $T_{экспл} = 2000^\circ C$  и оставаться химически стойким к парам SiO. В результате проведенных исследований соискателем предложена технология производства



термостойких огнеупорных секторов, которая прошла апробацию в промышленных условиях на предприятии ООО «НПФ «Кварцевое стекло».

В целом диссертационная работа Кораблевой Елены Алексеевны является оригинальным и законченным научным исследованием, вносящим значительный вклад в развитие отечественного материаловедения.

Объем работы, научная новизна, практическая значимость и достоверность результатов диссертационной работы свидетельствуют о соответствии требованиям, предъявляемым к работе, представляемой на соискание ученой степени кандидата технических наук. Основное содержание работы изложено в 13 статьях из которых 9 рекомендованы ВАК РФ, в 10 тезисах докладов на конференциях и получено 6 патентов РФ на изобретение.

Диссертационная работа Кораблевой Е.А. на тему «Физико-химические закономерности синтеза и спекания наноструктурных материалов на основе  $ZrO_2$ », является законченной научно-исследовательской работой и полностью соответствует паспорту специальности ВАК 05.17.11 - «Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов» и требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842.

Автор диссертационной работы, Кораблева Елена Алексеевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.11 – «Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов».

Старший научный сотрудник,  
кандидат технических наук

А.К. Лесников

« 16 » 04 2021г.

Открытое акционерное общество «Научно -производственная фирма «Кварцевое стекло» ,  
(ООО «НПФ «Кварцевое стекло»)

192171, г.Санкт-Петербург, ул. Бабушкина, д.36, корпус 1

Лесников Александр Калистратович

Тел: 8 911 901 56 00 E-mail: sio2@bk.ru

Подпись Лесникова А.К. удостоверяю

