

## Отзыв

официального оппонента на диссертацию Жиренкиной Нины Валерьевны на тему: «Технология синтеза порошков на основе диоксида циркония для изготовления высокоплотной керамики» по специальности 2.6.14. Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов.

Актуальность темы диссертационной работы Жиренкиной Нины Валерьевны заключается в разработке отечественной технологии синтеза порошков диоксида циркония для производства высокоплотной функциональной керамики с целью обеспечения технологического суверенитета. Сложность решения задачи заключается в том, что нет однозначного мнения о том, какие свойства исходного порошка обуславливают получение высокоплотной керамики при пониженной температуре спекания. В связи с этим автором было синтезировано большое количество порошков диоксида циркония, имеющих различные наборы физико-химических свойств, изготовлена керамика из синтезированных порошков и установлено влияние свойств исходных порошков на свойства керамики.

Цель, поставленная соискателем в рассматриваемой диссертации, заключается в разработке технологии получения порошков на основе диоксида циркония для изготовления высокоплотной и прочной керамики методом холодного прессования с дальнейшим спеканием при пониженной температуре.

Общее содержание работы. Диссертационная работа изложена на 159 страницах машинописного текста и состоит из введения, 5 глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы, включающего 141 наименование и 7 приложений. Материал в диссертации изложен последовательно, логично, лаконично, соответствует выбранной тематике и поставленной цели.

Во введении изложены актуальность, степень разработанности темы, цель и задачи работы, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы.

Первая глава посвящена анализу литературных источников по теме диссертации. В обзоре литературы изложены основные физико-химические свойства порошковых материалов на основе диоксида циркония, подробно описаны способы синтеза порошков на основе диоксида циркония, особенности

прессования и спекания керамических изделий, а также их применение. Анализ литературных данных позволил диссертанту уточнить задачи исследования и способы их решения.

Подробное описание методик синтеза порошков на основе диоксида циркония, их грануляции и изготовления керамики из синтезированных порошков приведено во второй главе. Представлены методики исследования свойств ксерогелей и порошков диоксида циркония, а также измерения физико-механических характеристик изготовленной из них керамики.

Исследование порошка японской компании Tosoh Corporation приведено в третьей главе. Поскольку достоверно неизвестно, какое свойство исходного порошка определяет получение высокоплотной керамики, автором был выбран путь синтеза большого количества образцов диоксида циркония с различным набором свойств, полученных в различных условиях. Новизну представляет значительное количество экспериментальных данных и комплексный подход при анализе полученных результатов. Также подтверждено, что при формировании мелкодисперсных порошков, обладающих высокой удельной поверхностью и низким значением рН точки нулевого заряда, можно получить плотную и прочную керамику при добавлении оксида иттрия на стадии помола.

В четвертой главе представлены результаты синтеза соосажденных с иттрием порошков диоксида циркония и свойства изготовленной из них керамики. Изучено влияние температуры обжига и длительности помола на свойства порошков и керамики. Большую практическую значимость представляет эффект дезагрегации частиц до микронного размера при увеличении температуры до 1100 °С без применения органических прекурсоров.

Разработанная автором технология синтеза порошков на основе диоксида циркония для изготовления высокоплотной керамики подробно описана в пятой главе. Синтезирована опытная партия порошка и исследованы его свойства. Представлены сравнительные испытания керамики из опытной партии порошка и из порошка компании Tosoh (Япония), проведенные в УрФУ и на базе ООО «Нанокерамика» (г. Томск). Полученные результаты не имеют статистически значимых различий и подтверждают возможность импортозамещения зарубежного аналога.

В заключении соискателем сформулированы основные выводы по представленной работе, полученные результаты и перспективы дальнейшей разработки темы.

Значимость результатов, полученных автором диссертации для науки и практики:

- проведен синтез порошков диоксида циркония методом контролируемого двухструйного осаждения при варьировании значения рН осаждения и условий обработки осадков (промывка с последующей гидротермальной обработкой и добавление сульфат-ионов);

- выполнено комплексное исследование влияния свойств порошков диоксида циркония (размер частиц, удельная поверхность, фазовый состав, рН точки нулевого заряда, содержание сульфат-ионов) на характеристики керамики, полученной из синтезированных порошков, в которые оксид иттрия вводили на стадии помола;

- проведен синтез стабилизированных оксидом иттрия порошков диоксида циркония методом КДО при варьировании условий обработки осадков и добавления сульфат-ионов. Изучено влияние свойств порошков на характеристики полученной из них керамики;

- исследовано влияние температуры обжига порошков диоксида циркония, стабилизированного оксидом иттрия, и длительности помола перед стадией распылительной сушки на характеристики керамики;

- разработана технологическая схема изготовления порошков на основе диоксида циркония для получения высокоплотной и прочной керамики при пониженных температурах спекания;

- проведены сравнительные испытания керамики, изготовленной из синтезированного по разработанной технологии порошка, импортного порошка компании Tosoh и отечественного порошка производства компании АО «ЧМЗ».

Достоверность результатов работы подтверждается использованием современного оборудования и стандартных методов определения характеристик материалов, а также статистической оценкой полученных результатов испытаний для опытной партии порошка и зарубежного аналога.

#### Замечания и вопросы по диссертационной работе:

- 1) В диссертационной работе имеются опечатки, например с. 112 объем пор выражен в «мг/л», а не в «мл/г».
- 2) С. 70 словосочетание «пористая морфология», употребленное в отношении СЭМ-изображений, не совсем четко характеризует свойства описываемого порошка.
- 3) С какой целью диссертант исследовал введение  $Y_2O_3$  на стадии помола, если известно, что это не лучший способ изготовления керамики?
- 4) Технологическая схема синтеза многостадийна, есть ли возможность упрощения схемы?
- 5) Проводил ли диссертант эксперименты по изучению влияния количества добавки сульфат-ионов на свойства порошков и керамики? Какое содержание сульфат-ионов в порошке является оптимальным?
- 6) Почему работа фокусируется на составе диоксида циркония с содержанием 5 мас. %  $Y_2O_3$ ? Можно ли обобщить полученные результаты на более широкий набор составов с повышенным содержанием стабилизатора?

#### Заключение

При общей оценке диссертации следует отметить актуальность темы, научную и практическую значимость. Обозначенные замечания не снижают общую положительную оценку работы, которая выглядит целостной и завершенной.

Представленная диссертационная работа Жиренкиной Нины Валерьевны на тему: «Технология синтеза порошков на основе диоксида циркония для изготовления высокоплотной керамики» является самостоятельной, завершенной научно-квалификационной работой. На основании выполненных автором исследований в диссертации научно обосновано новое применение известных подходов синтеза порошков диоксида циркония для изготовления высокоплотной керамики методом холодного прессования. Работа полностью соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении учёных степеней в ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», а её автор, Жиренкина Нина Валерьевна заслуживает присуждения

учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.14. Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов.

Официальный оппонент:  
кандидат технических наук (научная  
специальность 05.17.11 – Технология  
силикатных и тугоплавких  
неметаллических материалов),  
старший научный сотрудник  
лаборатории комплексных методов  
контроля федерального государственного  
бюджетного учреждения науки  
Институт физики металлов  
имени М.Н. Михеева  
Уральского отделения  
Российской академии наук



Юрий Иванович  
Комолов

620108, г. Екатеринбург, ул. Софьи Ковалевской, 18

Тел. +7 (343) 374-02-30

E-mail: yikom@yandex.ru



*Калинина Ю. В.*  
ИФМ УрО РАН  
И.Ю. Арапова  
« 15 » Ноябрь 2012 г.