

Отзыв

официального оппонента, доктора химических наук Баньковской Инны Борисовны на диссертацию Перевислова Сергея Николаевича «Материалы на основе карбида и нитрида кремния с оксидными активирующими добавками для изделий конструкционного назначения», представленной к защите на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.17.11 – технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов

Актуальность избранной темы диссертации

Материалы на основе карбида и нитрида кремния занимают достойное место в самых различных отраслях промышленности, при добыче полезных ископаемых, при изготовлении изделий оборонного комплекса, поскольку обладают отличной прочностью, твердостью и износостойкостью, характеризуются значительной жаростойкостью и сопротивлением коррозии. Одновременно с этим такие материалы достаточно термостойки, обладают высокой теплопроводностью, сохраняют свои физико-механические свойства вплоть до температуры 1500 °С. Все это предопределяет востребованность спеченных карбидокремниевых и нитридокремниевых изделий, особенно при работе в экстремальных условиях повышенных температур и значительных механических нагрузок. В то же время, как и для большинства химических соединений с преимущественно ковалентной связью, карбид и, особенно, нитрид кремния, трудно спечь без использования дополнительных спекающих добавок. Получение изделий с плотностью, близкой к теоретической, возможно либо методом реакционного спекания, либо горячим прессованием, при этом оба способа имеют ряд недостатков. В данной ситуации решение проблемы за счет разработки более простых и эффективных технологий делает представленную диссертационную работу весьма **актуальной** и важной не только с **теоретической**, но и с **практической** точки зрения. Необходимо отметить значимость диссертации для научно-обоснованной замены импортного исходного сырья на отечественное с элементами технологии, предложенной в работе, позволяющей сохранить и даже

повысить уровень физико-механических свойств, что особенно актуально в рамках импортозамещения в наукоемких видах продукции.

Новизна научных положений, выводов и рекомендаций

Автором на основе термодинамических расчетов в системе карбид кремния – оксид алюминия (магния, иттрия), иттрий-алюминиевый гранат, алюмомагниева шпинель и изучения взаимодействия на границе раздела твердофазных составляющих установлены основные граничные параметры технологии материалов SiC–оксиды, разработаны функциональные керамические композиционные материалы на основе ультрадисперсных порошков карбида кремния с добавками субмикронных и наноразмерных частиц оксидов, при этом впервые методом спекания в указанных системах достигнут и превышен уровень свойств материалов, получаемых реакционным спеканием и горячим прессованием. Автором разработана для материалов на основе карбида и нитрида кремния технология с оксидами, введенными в состав растворным перемешиванием компонентов (методом соосаждения из раствора солей), что впервые позволило снизить температуру спекания и содержания активирующих спекание оксидов. Рекомендуемые автором параметры технологии с использованием активированного спекания карбидокремниевых и нитридокремниевых материалов позволяют использовать отечественное химическое сырье и вывести свойства таких материалов на уровень мировых стандартов. Особенности технологических приемов, предложенные в диссертационной работе, позволили увеличить температурный порог и срок службы температуроустойчивых материалов, что является несомненной новизной

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций определяется тем, что результаты и научные положения, выносимые автором на защиту, воспроизводимы, получены при стандартной математической и статистической обработке результатов эксперимента, соответствуют современному уровню знаний в области материаловедения композиционных материалов на основе тугоплавких неметаллических материалов. Автором дис-

сертации в его исследованиях и экспериментах использованы такие современные методы физико-химического анализа, как метод лазерной дифракции (анализатор Malvern Mastersizer 2000), РФА (дифрактометр Rigaku Smartlab 3), микроструктурный анализ, как оптический (комплекс Thixomet, микроскоп МЕЛ-7200), так и электронный (микроскоп Quanta 200 с микроанализатором EDAX). Для технологических работ весьма важен комплекс оборудования пробоподготовки, получения материала и изучения его физико-механических свойств. С этой точки зрения следует отметить использование современного отечественного и импортного оборудования и установок, что также позволяет говорить о высокой степени достоверности полученных автором результатов, научных выводов, положений и рекомендаций, сформулированных на их основе.

Основные результаты работы, научные положения доложены автором и обсуждены на более чем 40 международных и всероссийских конференциях, всего автором опубликовано более 80 работ и 5 патентов РФ.

Теоретическая и практическая значимость выводов и рекомендаций диссертации заключается в создании автором фундаментальной научно-технологической базы проектирования свойств композиционных спеченных материалов на основе карбида и нитрида кремния с добавками оксидов Al, Mg, Y и их соединений для активации спекания, что позволило в рамках диссертационной работы создать ряд материалов для различных областей применения, обладающих высоким уровнем механических свойств. С.Н. Перевисловым всесторонне изучен и предложен для практического использования метод армирования нитевидными кристаллами и самоармирования карбида кремния, что позволяет расширить возможности применения полученных в работе материалов, включая эксплуатацию в условиях значительных динамических нагрузок. Практическая значимость работы обусловлена также комплексным подходом автора, который включал подготовку исходных порошков, методики формования и спекания, аттестацию готовых изделий, подтвержденную актами испытаний (Приложения к диссертационной работе). Автором получено 5 патентов Российской Федерации, что также подтверждает практическую значимость ра-

боты. Завершенность выполненных исследований в практической плоскости обоснована разработкой технологической документации на полученные в работе спеченные композиционные материалы. Все изложенное позволяет рекомендовать результаты работы С.Н. Перевислова для внедрения на предприятиях-изготовителях функциональных тугоплавких материалов и изделий.

Замечания по диссертации и автореферату

1. Автор использует термин сложные оксиды применительно к вводимым активирующим добавкам оксидов алюминия, магния и иттрия. В процессе спекания они либо остаются индивидуальными оксидами, либо, с чем согласен и сам автор, образуют иттрий-алюминиевый гранат или алюмо-магниевою шпинель, которые не следует называть «сложными оксидами».

2. При изучении структуры LPSSiC-материалов автор утверждает, что при растворении карбида кремния в оксиде образуется некий оксидный силикат. Непонятно, какое именно соединение автор имеет ввиду?

3. Как образование защитных оксидных слоев на поверхности частиц карбида и нитрида кремния (стр. 259) влияет на высокотемпературную прочность? Каков механизм этого влияния?

4. При изучении влияния на механические свойства керамики на основе нитрида кремния, армированной нитевидными кристаллами и углеродными волокнами (раздел 4.9) автор ограничивается формальным описанием эксперимента, не затрагивая рассмотрения физико-химических процессов на границе раздела Si_3N_4 – волокно (нитевидные кристаллы), что вызывает естественный вопрос о механизме упрочнения материала.

5. В подразделе «3.1.1 Термодинамический анализ системы SiC–MeO» (стр. 74) автор упоминает о наличии на поверхности частиц карбида кремния оксидной пленки, однако в дальнейшем рассмотрении вопроса влияния SiO_2 не учитывается.

6. В тексте наряду с рядом описок имеются выражения, требующие пояснения. Например, на стр. 15 «показатель безразмерного времени», на стр. 29 «диффузия решётки».

7. Перечень литературы занимает 39 страниц. Можно было бы уменьшить этот массив за счёт преимущественного использования обобщающих работ.

Заключение

Структурно работа, изложенная на 346 страницах, представлена в виде введения, 5 глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы из 617 источников (включая все работы автора по теме диссертации, иллюстраций и приложений).

Содержание и структура автореферата в целом соответствует содержанию диссертации и полностью отражено в опубликованных автором статьях и тезисах. Тексты диссертации и автореферата хорошо оформлены графически и изложены ясным и четким языком.

Следует отметить, что выявленные недостатки не снижают общей положительной оценки диссертационной работы С.Н. Перевислова, как несомненно важного, достаточно объемного, трудоемкого исследования, выполненного на современном научном уровне. Представленная комплексная технология спеченных материалов на основе карбида и нитрида кремния обладает высоким научно-техническим потенциалом и может быть рекомендована для практического внедрения в производство функциональных материалов конструкционного и триботехнического назначения.

Диссертация выполнена автором самостоятельно, о чем свидетельствуют 38 статей (в журналах, рекомендованных ВАК и в сборниках), 5 патентов и более 40 выступлений на конференциях. Диссертационное исследование обладает внутренним единством, так как посвящено задаче получения спеченных материалов на основе ковалентных соединений кремния.

Диссертационная работа Перевислова Сергея Николаевича «Материалы на основе карбида и нитрида кремния с оксидными активирующими добавками для изделий конструкционного назначения» является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны теоретические и практические положения, совокупность которых можно квалифицировать как

научное достижение в химической технологии тугоплавких неметаллических материалов, решена научно-практическая проблема в области создания композиционных керамических материалов, изложены новые научно-обоснованные технические и технологические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны.

Учитывая актуальность и практическую значимость диссертационной работы С.Н. Перевислова на тему «Материалы на основе карбида и нитрида кремния с оксидными активирующими добавками для изделий конструкционного назначения», считаю, что диссертация соответствует требованиям пп. 9–14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 года (ред. от 21 апреля 2016 года), предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор. Перевислов Сергей Николаевич, заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 05.17.11 – технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов.

Официальный оппонент

ведущий научный сотрудник

ФГБУН Ордена Трудового Красного Знамени

«Институт химии силикатов им. И.В. Гребенщикова РАН»

доктор химических наук по специальности 02.00.04

Подпись Баньковская
удостоверяю



Баньковская

Баньковская Инна Борисовна

О.В. Крутцова

Почтовый адрес: 199034, г. Санкт-Петербург, наб. Макарова, д. 2.

Тел. моб.: 8(921)184-76-74.

E-mail: inbankov@isc1.nw.ru