

Отзыв

официального оппонента Геращенко Дмитрия Анатольевича на диссертацию Овсиенко Алексея Игоревича «Ударопрочная керамика на основе карбидов бора и кремния», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.14. Технология силикатных тугоплавких и неметаллических материалов

Актуальность темы

Изделия специального назначения на основе спеченных карбидов бора и кремния обладают универсальным набором свойств – большая твердость и модуль упругости, малая плотность, коррозионная стойкость. Кроме этого, материалы на основе спеченного карбида бора способны активно поглощать нейтроны. Такие материалы широко применяют в качестве деталей специзделий, однако, в сегодняшней ситуации часть компетенций, да и налаженное производство утрачено. Создание технологии и дальнейшее совершенствование свойств таких важных стратегических материалов крайне важно для России.

Диссертационная работа Овсиенко Алексея Игоревича посвящена актуальной теме разработки технологии ударопрочных керамических материалов на основе карбида бора и карбида кремния, обладающих высоким уровнем физико-механических и функциональных характеристик. В качестве альтернативы технологии горячего прессования автор предлагает и уверенно реализует керамическую технологию реакционного спекания изделий и всесторонне изучает основные характеристики полученных материалов.

Исследования в области разработки таких материалов активно ведутся в последние годы во многих странах, однако ряд проблем так и не нашли решения. Сейчас эта тематика является крайне актуальной. Тем более, что она позволяет успешно решить проблему импортозамещения в такой важной отрасли, как обороноспособность страны.

Анализ содержания диссертации

На отзыв представлена диссертация общим объемом 165 печатных страниц, содержащая 56 рисунков, 29 таблиц, 29 формул. Работа состоит из введения, обзора литературных данных, экспериментальной части, выводов, списка используемой литературы из 221 наименования и 2 приложений.

Во **введении** обсуждается актуальность темы исследования диссертационной работы, сформулирована цель и задачи, представлена научная новизна и практическая значимость результатов работы.

В **первой главе** приведен обзор литературы по теме исследования, в котором рассмотрены результаты исследований по способам получения карбида бора и кремния, получении керамики на их основе, описаны структура и способы спекания. Проведен анализ тенденций методов керамической брони, способы оценки баллистической эффективности бронекерамики, рассмотрены характеристики бронекерамики зарубежных и отечественных производителей. На основе выводов по главе автором и сформулированы цели и задачи исследования.

Во **второй главе** приведены характеристики исходных компонентов, описание методик структурного и фазового анализа, измерение свойств спеченных керамических материалов.

В **третьей главе** автором представлены результаты получения и исследований материалов на основе реакционноспеченного карбида кремния, изучено влияние различных факторов реакционного спекания на их технические характеристики. Изучены различные технологические аспекты, в частности, чистота и дисперсность исходного карбида кремния, влияние добавок нанодисперсного углерода. Приведены результаты баллистических испытаний промышленно выпускаемых и опытных составов.

В **четвертой главе** автором представлены результаты по разработке технологии и изучению свойств керамических композиционных материалов на основе карбида бора. Предложены такие технологические приемы, как снижение температуры силицирования, введение в исходную шихту добавок карбида бора и нанодисперсного углерода, использование порошков карбида бора с различным набором характеристик дисперсности. Полученные материалы подвергались баллистическим испытаниям для оценки влияния структуры и физико-механических свойств на функциональную ударопрочность. Проведена оценка фазового состава после реакционного спекания, морфологии и размера структурных составляющих, содержания свободного кремния. Рассмотрена эволюция ударных волн в спеченном карбиде бора (и в сравнении с карбидом кремния), проведена оценка применимости полученных в работе материалов на основе карбида бора в качестве конструкций радиационной защиты.

Пятая глава посвящена изучению особенности фазообразования в процессе реакционного спекания композитов $B_4C-SiC-Si(Al)$. Установлено, что в зависимости от конкретного фазового состава и структуры реакционноспеченного B_4C можно в определенных пределах регулировать его важнейшие характеристики: твердость, трещиностойкость, предел прочности, модуль упругости, подверженность гидролизу на воздухе, стойкость к окислению при высоких температурах и др.

В **заключении** представлены основные выводы диссертационной работы.

Достоверность материалов, изложенных в диссертации Овсиенко Алексея Игоревича, подтверждается экспериментальными результатами измерения физико-механических свойств (прочность при изгибе, керамические характеристики, баллистические свойства, плотность), полученных на аттестованном современном оборудовании, и согласованностью с результатами, полученными и опубликованными другими авторами в области разработки и исследования спеченных керамических материалов.

Обоснованность научных положений и выводов, сформулированных в работе, подкреплена обсуждением полученных результатов на международных и российских конференциях. Результаты работы представлены в 41 научной публикации, в том числе 12 научных статей, из них 3 статьи в научных изданиях, индексируемых в международных базах данных (Web of Science, Scopus, Springer) и 2 статьи в рецензируемых журналах по списку ВАК РФ, 27 тезисов докладов на международных и всероссийских конференциях, 1 патент РФ, 1 учебное пособие.

Научная новизна диссертационной работы Овсиенко А.И. заключается в том, что:

1. Автором теоретически обоснованы и экспериментально реализованы методы получения композиционных материалов на основе карбидов кремния и бора.

2. Автором подтверждено влияние температуры силицирования и дисперсности исходных компонентов на протекание процесса реакционного спекания керамики на основе карбида бора. Установлено, что введение в исходную шихтовую смесь технического углерода и добавки карбида бора приводит в процессе реакционного спекания к подавлению реакции между частицами карбида бора и расплавом кремния, повышению прочности, трещиностойкости и броневой стойкости.

3. Применительно к конкретному керамическому материалу на основе карбида бора доказана их низкая степень деградации при воздействии радиации и стойкость к растрескиванию при высоком уровне степени захвата быстрых нейтронов.

Научная новизна работы подтверждается получением патента Российской Федерации № 2621241.

Практическая значимость работы заключается в разработке технологии ударопрочных спеченных материалов на основе реакционноспеченных карбидах кремния и бора, по своим свойствам отвечающих техническим требованиям к материалам для изготовления специзделий. Полученные в ходе работы результаты

позволили реализовать разработанную технологию в ООО «Вириал» с объемом выпуска до 100 тонн в год заготовок для конструирования облегченных броневых экипировок.

Вопросы и замечания:

1. Автором не до конца пояснена роль изделий из РКК в производстве бронезащитных элементов, не показано преимущество одной из двух технологий – на основе РКК или РКБ.

2. Разработки в области технологии РКБ защищены патентом РФ, а как обстоят дела с технологией РКК?

3. На основании чего автор считает полученные в работе материалы наноструктурированными?

4. С какой целью в главе 5 рассмотрено взаимодействие компонентов с алюминием, в полученных материалах он не используется.

5. В диссертации автором сказано, что разработанная карбидокремниевая керамика нашла применение не только для бронезащиты, а также прошла ряд испытаний, согласована спецификация на изготовление данной керамики и начато её серийное производство для элементов нейтронной защиты в ИТЭР. Это идентичные материалы или есть различия по составу или технологии изготовления?

6. Первый и третий пункты научной новизны не до конца раскрывают ее суть. Считаю необходимо раскрыть более подробно.

Высказанные замечания не затрагивают основных положений диссертации и не снижают общего хорошего впечатления от работы А.И. Овсиенко.

Заключение

Опубликованные автором работы и автореферат в полной мере раскрывают содержание диссертационной работы.

Считаю, что диссертационное исследование Овсиенко Алексея Игоревича является законченной научно-квалификационной работой, выполненной автором самостоятельно, в которой на основании проведенных экспериментальных исследований приводится решение научно-практической задачи – разработка промышленной технологии спеченных керамических материалов на основе карбидов кремния и бора, обладающих высоким уровнем механических характеристик, что имеет существенное значение для обеспечения потребностей страны.

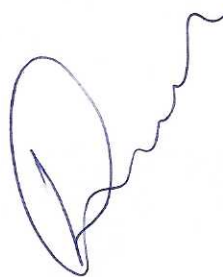
Тема и содержание диссертации А.И. Овсиенко полностью соответствуют паспорту специальности 2.6.14. Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов керамики. По актуальности темы, перечню изученных вопросов, научной и практической значимости результатов, их новизне диссертация соответствует

требованиям, установленным пп. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г., № 842 (с изменениями), предъявляемых к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук.

Автор диссертационной работы Овсиенко Алексей Игоревич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.14. Технология силикатных и тугоплавких и неметаллических материалов.

Выражаю согласие на включение и дальнейшую обработку моих персональных данных в аттестационное дело.

Доктор технических наук по специальности
2.6.17. Материаловедение (технические
науки), начальник лаборатории
«Функциональные наноматериалы и
технологии» Федерального
государственного унитарного предприятия
«Центральный научно-исследовательский
институт конструкционных материалов
«Прометей» имени И.В. Горынина»
Национального исследовательского центра
«Курчатовский институт»



Геращенко
Дмитрий
Анатольевич

01.11. 2024 г

Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский институт конструкционных материалов «Прометей» имени И.В. Горынина Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»
191015, Санкт-Петербург, ул. Шпалерная, д. 49; e-mail: mail@crism.ru,
тел. +7 (812) 274-3796

Подпись Геращенко Д.А. заверяю:

Ученый секретарь

НИЦ «Курчатовский институт – ЦНИИ КМ «Прометей», к.т.н.

Т.И. Бобкова

