

ОТЗЫВ

официального оппонента Гынгазова Сергея Анатольевича
на диссертацию Поздеевой Татьяны Юрьевны «Влияние внешнего
магнитного поля на формирование анизотропной структуры углерод-
керамических материалов при гелевом литье», представленную на
соискание учёной степени кандидата технических наук по
специальности 2.6.5. Порошковая металлургия и композиционные
материалы

Актуальность темы диссертационной работы

Разработка углерод-керамических композиционных материалов (УККМ) с анизотропной структурой и повышение их физико-механических свойств является актуальной задачей современного материаловедения, так как эти материалы позволяют решать проблемы повышения ресурса рабочих узлов и агрегатов в различных установках при одновременном снижении массы без изменения габаритных размеров, а также их эксплуатации в агрессивных условиях. Диссертационная работа Поздеевой Т.Ю. «Влияние внешнего магнитного поля на формирование анизотропной структуры углерод-керамических материалов при гелевом литье» является актуальной, так как в ней решаются задачи разработки перспективных УККМ с анизотропной структурой.

Общая методология и методика исследования соответствуют современному уровню развития науки и техники, используемые подходы к решению поставленных задач научно обоснованы.

Диссертация включает введение, 5 глав, выводы, список использованной литературы (215 наименований). Работа изложена на 151 странице основного текста, содержит 64 рисунка, 16 таблиц, 9 формул и 8 приложений.

В диссертационной работе Поздеевой Т.Ю. проведена проверка рабочей гипотезы о том, что направленность многостенных углеродных нанотрубок может быть сформирована в водной углерод-керамической суспензии при воздействии сверхнизким магнитным полем при реализации процесса гелевого литья суспензии.

Методология работы включала последовательность действий:

-изготовление формы для гелевого литья, позволяющей включать в конструктив постоянные магниты;

-исследование влияния МП на МУНТ в жидкой среде и возможности получения заготовок УККМ под МП;

-исследование анизотропии и физико-механических свойств УККМ

Цель диссертационной работы состояла в разработке УККМ с анизотропной структурой методом гелевого литья под сверхнизким магнитным воздействием (МВ) и повышении их физико-механических свойств.

Успешному достижению заявленной цели работы способствовали грамотно поставленные задачи и последовательность в методологии исследования.

Анализ содержания работы

Во введении дано обоснование актуальности темы исследования, указаны цели и задачи, сформулированы научная новизна и практическая значимость, приведены положения, выносимые на защиту, сведения об апробации, объеме и структуре диссертационной работы.

В первой главе диссертационной работы представлен литературный обзор современных методов получения УККМ, а также энергетических способов воздействия на материалы в процессе их синтеза. Рассмотрены основные функциональные свойства УККМ и их области применения в современном машино- и приборостроении в зависимости от свойств. Показано, что одним из перспективных направлений является формирование анизотропных свойств КМ и управление их структурой на этапе синтеза.

Во второй главе приведены материалы, реагенты и оборудование, использованные для выполнения исследований по теме работы. В соответствии с поставленными задачами, представлены методы синтеза исходных компонентов и компактов: синтез нанопорошков по золь-гель технологии, деагломерация МУНТ жидкофазной эксфолиацией (ультразвуковой диспергатор УЗДН-2Т), шликерное литье под сверхслабым МП.

В третьей главе приведены экспериментальные исследования исходного сырья, используемого в технологии получения УККМ.

В четвертой главе описано влияние условий синтеза на поведение материала в процессе его получения и на конечную структуру. Показана возможность выстраивания агломератов МУНТ в объеме водной суспензии в зависимости от конфигурации МП.

В пятой главе изучены физико-механические свойства УККМ и особенности естественной деструкции композитов с матрицей на основе $ZrO_2 \cdot 0.3CuO$.

В разделе **Основные выводы и результаты работы** представлены основные научные выводы по проделанной работе.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Научные положения, выносимые на защиту, основаны на корректном анализе результатов экспериментальных исследований и корректных математических расчетах, поэтому являются вполне обоснованными. Экспериментальные данные получены с использованием современного диагностического, технологического и измерительного оборудования. Выявленные закономерности подтверждены экспериментальными результатами. Полученные автором экспериментальные данные согласуются с основными теоретическими положениями, между собой и сопоставимы с данными других исследователей, где сопоставление возможно. Выводы и заключения являются логичными, последовательными и отражают суть проведенных исследований.

Научная новизна полученных результатов

1. Впервые изучены закономерности формирования углерод-керамических суспензий и заготовок на их основе из ультрадисперсных порошков диоксида циркония и TiO_2 под воздействием низкочастотного ультразвукового излучения и сверхнизкого постоянного магнитного поля.

2. Показано, что воздействие МП обеспечивает поворот и фиксацию МУНТ в керамической заготовке и при проведении ИПС позволяет формировать анизотропную структуру композита в соответствии с конфигурацией МП.

3. Получены УККМ с тремя типами матриц ($\text{ZrO}_2\text{-3Y}_2\text{O}_3$, $\text{ZrO}_2\text{-3Y}_2\text{O}_3\text{-0,3CuO}$, TiO_2). Добавка МУНТ к $\text{ZrO}_2\text{-3Y}_2\text{O}_3$ и $\text{ZrO}_2\text{-3Y}_2\text{O}_3\text{-0,3CuO}$ повышает трещиностойкость K_{1C} до 22-27 $\text{МПа}\cdot\text{м}^{1/2}$, что выше K_{1C} стандартного материала в 3 раза. Добавка МУНТ к TiO_2 снижает удельное электросопротивление с $(5\pm 1)\cdot 10^{-2}$ до $(2,2\pm 0,4)\cdot 10^{-2}$ $\text{Ом}\cdot\text{см}$ и коэффициент трения - fH с 0,30 до 0,21.

4. Установлено формирование из стеклофазы материала $\text{ZrO}_2\text{-3Y}_2\text{O}_3\text{-0,3CuO}$ ($\text{Z}_3\text{Y}_0.3\text{CuO}$), полученного в восстановительной среде при ИПС, кристаллических фаз, содержащих углерод, медь, иттрий, хлор.

Положения, вынесенные на защиту, и выводы диссертации являются обоснованными и следуют из результатов работы. Их состоятельность проверена в ходе проведения научных исследований. Полученные данные согласованы с результатами других исследователей и не противоречат уже известным научным фактам.

Значение выводов и рекомендаций, полученных в диссертации, для науки и практики.

1. Разработана технологическая схема гелевого литья керамики, совмещенная со сверхнизким МВ (5-10 мкТл), что обеспечивает получение УККМ с анизотропной структурой углеродного наполнителя в двух взаимно перпендикулярных направлениях в объеме материала (патент РФ № 2775926).

2. Разработан УККМ с анизотропной структурой с повышенными физико-механическими свойствами: K_{1C} до 27 $\text{МПа}\cdot\text{м}^{1/2}$, $fH\sim 0,2$, $R=(2,2\pm 0,4)\cdot 10^{-2}$ $\text{Ом}\cdot\text{см}$ (протокол испытаний от лаборатории твердотельных электрохимических систем ФИЦ ПХФ и МХ РАН по измерению удельного электросопротивления УККМ в зависимости от состава).

3. Разработаны рекомендации по синтезу керамики ИПС в восстановительной среде из порошков $\text{ZrO}_2\text{-3Y}_2\text{O}_3$, $\text{ZrO}_2\text{-3Y}_2\text{O}_3\text{-0,3CuO}$, TiO_2 с сохранением анизотропии структуры конечных компактов.

Достоверность результатов, полученных в диссертационной работе, не вызывает сомнений, так как она обеспечивается корректностью постановки задач, хорошим согласием результатов экспериментальных и теоретических исследований.

По теме диссертации опубликовано 22 работы, из которых 7 статей в журналах из Перечня ведущих рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, 2 – в журналах, цитируемых в

международных базах данных WebofScience/Scopus, 14 материалов конференций и тезисов докладов на российских и международных конференциях. Получен 1 патент РФ.

Замечания по диссертации

По диссертационной работе и тексту автореферата диссертации Поздеевой Т.Ю. следует высказать несколько критических замечаний:

1. На графиках рисунков 3.10, 3.11 в тексте диссертации не указаны доверительные интервалы.
2. В выводах главы 5 утверждается «Содержание МУНТ 0,05 масс. % способствует повышению трещиностойкости диоксидциркониевой керамики». Возникает вопрос, что будет если содержание МУНТ будет уменьшено или, наоборот, увеличено? Насколько важно выполнять условие содержания МУНТ 0,05 масс. %?
3. Восприятие работ было бы улучшено, если бы в конце каждой главы диссертации, где представлены результаты исследований, были бы приведены ссылки на опубликование автором диссертации данных материалов.
4. Главы 3-5 диссертации посвящены исследованиям. Логично было бы включить в диссертацию раздел, посвященный разработке технологии получения материалов. Это бы соответствовало бы заявленной цели - разработка углерод-керамических композиционных материалов (УККМ) с анизотропной структурой методом гелевого литья под сверхнизким магнитным воздействием и повышение их физико-механических свойств, а также содержанию раздела Введение диссертации, где в подтверждение практической значимости написано следующее – «Разработана технологическая схема гелевого литья керамики, совмещенная со сверхнизким МВ (5-10 мкТл), что обеспечивает получение УККМ с анизотропной структурой углеродного наполнителя в двух взаимно перпендикулярных направлениях в объеме материала (патент РФ № 2775926)».
5. В диссертации, например в разделе **Основные выводы и результаты работы** или в дополнительном разделе было бы уместно представить рекомендации по практическому использованию результатов диссертационного исследования.

Заключение

Отмеченные недостатки не касаются основных результатов и выводов, не затрагивают принципиального существа диссертации и не снижают высокую оценку проведенного исследования. Указанные замечания не снижают ценности работы.

Автореферат полностью отражает содержание, основные результаты и выводы диссертационной работы, а публикации автора в достаточном объеме это представляют. Диссертация хорошо апробирована.

Представленные в работе результаты исследования достоверны, выводы и рекомендации обоснованы. Работа выполнена на высоком теоретическом,

экспериментальном и профессиональном уровне. В диссертации соблюдаются принципы соответствия поставленной цели, задачи исследования и полученных результатов исследования.

Считаю, что диссертационная работа Поздеевой Татьяны Юрьевны «Влияние внешнего магнитного поля на формирование анизотропной структуры углерод-керамических материалов при гелевом литье» является завершённой научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, имеющим важное научное и практическое значение, соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г., предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а также требованиям Порядка присуждения ученых степеней в ПНИПУ, утвержденного приказом ректора ПНИПУ №4334В от 9 декабря 2021 г. По своим целям, содержанию и методам исследования диссертация соответствует п.п.1-3 и 5-6 паспорта специальности 2.6.5. Порошковая металлургия и композиционные материалы

Учитывая вышеизложенное, считаю, что Поздеева Татьяна Юрьевна заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.5. Порошковая металлургия и композиционные материалы.

Официальный оппонент

Доктор технических наук (специальность 01.04.07 – физика конденсированного состояния), ведущий научный сотрудник Проблемной научно-исследовательской лаборатории электроники, диэлектриков и полупроводников, профессор отделения контроля и диагностики федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет».

Адрес: 634050, г. Томск, проспект Ленина, 30.

Телефон: +7(3822) 701777 Вн.т.3495

E-mail: ghyngazov@tpu.ru

Подпись Гынгазова С.А. заверяю
Ученый секретарь ТПУ



Гынгазов С.А.

Кулинич Е.А.

21.11.2013г.