

ОТЗЫВ

**официального оппонента Тарасовского Вадима Павловича на
диссертационную работу Поздеевой Татьяны Юрьевны
«Влияние внешнего магнитного поля на формирование анизотропной
структуры углерод-керамических материалов при гелевом литье»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.5.6. Порошковая металлургия и композиционные
материалы**

Актуальность темы.

Актуальность темы диссертации определяется необходимостью исследования и создания процессов получения новых нанокomпозиционных материалов с управляемой структурой. В настоящее время разработка методов синтеза объемных материалов из нанопорошков с использованием различных видов энергии воздействия является одной из сложных материаловедческих задач. Перспективным видом энергии, в отличие от остальных, является магнитное поле в виду его неинвазивности и способности сохранять химическую природу веществ.

Наиболее важными задачами являются создание новых композиционных материалов с анизотропией свойств, например, электропроводность в конденсаторах в определенном направлении, антифрикционные свойства в разных направлениях по объему детали и т.д., что найдет применение в различных областях науки и техники. Перечисленные задачи соответствуют стратегическим целям государственной научно-технической политики и имеют большое социальное значение.

Анализ содержания диссертации

Содержание диссертационной работы в полной мере раскрывает поэтапное изучение всего процесса получения углерод-керамического композиционного материала (УККМ) и его конечных физико-механических и структурных характеристик, начиная от синтеза и свойств исходного сырья и заканчивая процессами, происходящими во время получения объемного материала во время гелевого литья и искрового плазменного спекания (ИПС). Представлена возможность изучения нанокomпозиционных материалов с помощью различных методик, в перспективе требующих доработки, по исследованию анизотропных свойств наноматериалов для всей научной среды в области материаловедения.

Научная новизна диссертационной работы:

Разработана технология получения анизотропных УККМ с сочетанием гелевого литья и воздействия сверхнизким постоянным магнитным полем (МП). Обязательным условием является наличие жидкой среды для возможности магнитного поворота углеродного наполнителя в керамической матрице при формовании и обезвоживании порошковых заготовок.

Доказано, что, многостенные углеродные нанотрубки (МУНТ) демонстрируют ферромагнитный отклик, несмотря на парамагнитные свойства. Конечный паттерн наполнителя в объеме материала зависит от конфигурации и полюсности магнитного поля относительно образца.

Определены физико-механические свойства разработанного УККМ, которые имеют прямую зависимость от типа керамической матрицы (3Y-TZP, Z3Y0.3CuO, TiO₂) и объемного содержания МУНТ.

Определена зависимость процессов синтеза от исходного состава композита: с увеличением объемного содержания МУНТ высота усадки при ИПС уменьшается, а воздействие МП на порошковые формовки при гелевом литье способствует более эффективной усадке. При добавлении МУНТ к матрице на основе TiO₂, величина удельного электросопротивления падает.

Для УККМ с матрицей на основе Z3Y0.3CuO показано деструктивное фазообразование с течением времени после ИПС.

Практическая и теоретическая значимость результатов работы.

Расширены и научно-обоснованы представления о контролируемом управлении структурой керамического композиционного наноматериала с помощью постоянных магнитных полей на этапе формования с помощью гелевого литья.

Улучшена технология гелевого литья керамики с помощью магнитного воздействия с дальнейшим искровым плазменным спеканием формовок. ИПС позволяет сохранять ориентацию углеродного наполнителя за счет низкого давления при консолидации (30 МПа)

Изучены физико-механические свойства в сравнении с установленными известными значениями чистой керамики на основе 3Y-TZP и TiO₂. Достигнуто повышение в вязкости разрушения, коэффициента трения, удельного электросопротивления.

Расширены представления о фазообразовании с течением времени для керамики на основе 3Y-TZP с добавлением CuO.

Установлена зависимость электропроводящих свойств УККМ на основе TiO₂ в зависимости от стехиометрии матрицы и объемного содержания наполнителя.

Достоверность научных результатов и обоснованность выводов подтверждается применением современного оборудования и известных методов экспериментальных исследований, публикациями и участием на всероссийских и международных конференциях.

Диссертация содержит 137 с. основного текста, приложения на 14 с., список литературы из 215 наименований. По теме диссертации автором опубликованы 7 статей в рецензируемых журналах из списка ВАК, 14 тезисов докладов, 1 патент на изобретение.

Результаты могут быть рекомендованы для получения на различных предприятиях машиностроения, в т.ч. при создании электрохимических систем и при модифицировании поверхности антифрикционных керамических материалов.

Тема диссертации соответствует заявленной научной специальности. Полученные результаты отвечают поставленной цели и задачам. Диссертация апробирована. Диссертация написана хорошим литературным языком и оформлена в соответствии с требованиями. Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Замечания.

1. Стр. 29., гл. 2 «Материалы и методы исследования».

- Практически нет никакой информации о качестве используемых материалов (ГОСТ, квалификация, производитель и т.д.)

2. Стр.35, п. 2.11. «Измерение плотности и пористости методом Архимеда».

- Надо писать измерение открытой пористости и кажущейся пористости методом Архимеда.

3. Стр. 44, «...механическая активация (МА) порошка проводилась 30 мин. в планетарной мельнице «САНД» со скоростью вращения 160 об/мин в халцедоновых барабанах с мелющими телами».

- Диаметр мелющих тел и материал из которого они сделаны?

- Наблюдался ли намол диоксида кремния в активируемый порошок?

4. Стр. 73, рис. 4.7 и 4.8. «Срезы 3D-модели...».

- На основании этих моделей можно сделать вывод о крайне неравномерном распределении пор по высоте образца. Как это влияет на физико-механические свойства образцов?

5. Стр. 76, п.4.2.1. «Зависимость усадки и процесса спекания от материала матрицы».

- В разделе нет никаких данных о свойствах материала, который исследовался (кажущаяся плотность, открытая пористость, прочности при сжатии и др.).

6. Стр. 103 «Плотность образцов лежит в пределах 5 – 7 г/см³, пористость 7 – 16 %».

- Можно предположить, что это кажущаяся плотность образцов после спекания. Кажущаяся плотность спеченной керамики из $ZrO_2+3\%Y_2O_3$ по данным различных источников технической литературы составляет 5,95 – 6,05 г/см³. К какому материалу относится цифра «7»?

7. По Гегузину Я.Е. процесс спекания должен сопровождаться снижением открытой пористости и увеличением прочности. В диссертационной работе отсутствуют данные по пределу прочности материала при сжатии, и, что особенно важно, при изгибе.

Соответствие диссертационной работы указанной специальности.

Диссертационная работа Поздеевой Татьяны Юрьевны по содержанию и полноте изложенного материала соответствует паспорту специальности 2.5.6. Порошковая металлургия и композиционные материалы:

- пункту № 1 Изучение закономерностей физико-механических, физико-химических процессов получения дисперсных систем в виде частиц и волокон (в том числе и наноразмерных) из материалов на основе металлов, сплавов, интерметаллидов, керамики, углеродных, органических и других соединений. Создание технологии получения этих материалов и оборудования. Термодинамика и кинетика фазовых превращений в частицах, волокнах и наноразмерных порошковых материалах;

- пункту № 2 Исследование и моделирование физико-химических процессов синтеза полуфабрикатов и изделий из порошковых и композиционных материалов с металлической, углеродной, керамической и полимерной матрицей и армирующими компонентами разной природы, разработка оборудования и технологических процессов их получения;

- пункту № 5 Изучение структуры и свойств порошковых, композиционных полуфабрикатов и изделий, покрытий и модифицированных слоев на полуфабрикатах и изделиях, полученных методом порошковой металлургии или другими способами.

Заключение.

Диссертация Поздеевой Татьяны Юрьевны соответствует специальности 2.5.6. Порошковая металлургия и композиционные материалы, имеет внутреннее единство и является завершённой научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором теоретических и экспериментальных исследований решена научная проблема формирования

структуры углерод-керамических композиционных материалов с сохранением или улучшением свойств для приборо- и машиностроения на основе нанопорошков диоксида циркония и титана, имеющая важное социально-экономическое значение.

Диссертация соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а также требованиям Порядка присуждения ученых степеней в ПНИПУ, утвержденного приказом ректора ПНИПУ №4334В от 9 декабря 2021 г., а ее автор Поздеева Татьяна Юрьевна достойна присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.6. Порошковая металлургия и композиционные материалы.

Официальный оппонент:

к. т. н., специальность 2.6.14 – технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов, Лауреат Премии Правительства РФ и Премии им. А.Н. Косыгина, в.н.с., Лаборатория керамических и композиционных материалов Инжинирингового центра мобильных решений ФГБОУ ВО "Российский технологический университет" (МИРЭА), Почтовый адрес: 119454, ЦФО, г. Москва, Проспект Вернадского, д. 78, электронная почта: tatasvp@mail.ru; телефон: 8-916-491-75-23



Тарасовский Вадим Павлович

Подпись Тарасовского В.П. заверяю:



М.М. Буханова