

В Диссертационный Совет

Д 212.204.212

При ФГБОУ ВПО РХТУ им. Д.И. Менделеева

ОТЗЫВ

о диссертационной работе Чан Тхи Тхуи Зыонг «Получение керамических композиционных материалов на основе оксида алюминия, упрочненных многослойными углеродными нанотрубками», представленной к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.11 – «Технология силикатных и тугоплавких неметаллических соединений».

Корундовая керамика находит широкое применение в различных отраслях новой техники, особенно специальной. По уникальному набору показателей свойств ее можно отнести к суперматериалам, однако в этой бочке меда имеется, как обычно, своя ложка дегтя, а именно, хрупкость, низкая трещиностойкость. Поэтому представленная работа, направленная на устранение указанного недостатка столь перспективных материалов, несомненно, является актуальной.

Оппонируемая диссертация состоит из введения, трех глав основной части, выводов и списка литературы из 118 наименований; она изложена на 113 страницах, содержит 57 рисунков и 15 таблиц.

Введение представляет особую и важную часть текста; в нем рассмотрены: актуальность проблемы, цель и задачи работы, научная новизна и практическая значимость полученных результатов, надежность и достоверность результатов, сведения об апробации работы. Все эти сведения приведены довольно полно, однако, формулировки некоторых положений, на наш взгляд, здесь недостаточно строги. Из них уходит научная составляющая работы – исследование процессов технологии композитов, и, тем самым растет роль прикладной части. Например, в цели работы решалась не утилитарная задача создания композиционного материала, как

это написано, а проведено научное исследование процессов формирования структуры не совсем тривиального композита.

Научная новизна диссертации, представленной по научному Направлению 1.2 работы, весьма существенна для работ по Специальности 05.17.11., но, на мой взгляд, изложена недостаточно ясно. В первом пункте вначале необходимо добавить «определены условия изготовления композитов, армированных МУНТ» и далее по тексту; во втором пункте вначале «экспериментально установлено преимущество использования в качестве прекурсора гиббсита» и далее по тексту. Новизна по третьему пункту заключается в том, что изучено влияние введения диоксида циркония в матрицу композита. У работы есть и другой аспект, неотмеченный в тексте: она решает для данного конкретного случая основную задачу материаловедения, а именно, создание материалов с заданными характеристиками.

Практическая значимость заключается в том, что предложена технология получения трещиностойкого композита на основе корунда. Но это не «разработка пригодной для масштабирования методики». Понятие методика обычно ассоциируется с измерениями, расчетами; «масштабирование» в работе не рассматривается.

Первая глава диссертации представляет собой аналитический обзор литературы. Обсуждаются различные виды композиционных материалов, особенности использования керамической матрицы для композитов, содержащих в качестве армирующего компонента многослойные углеродные нанотрубки, в том числе на основе оксида алюминия. Приведены современные методы получения керамической матрицы, а также рассмотрены свойства композитов на основе корунда. Рассмотрены особенности введения различных добавок в керамическую матрицу и различных типов прекурсоров. Изложение материала вполне удовлетворительное.

Вторая глава посвящена описанию примененных реактивов, материалов и оборудования. Для исследования состава и строения композитов были использованы следующие методы: дифференциально-термический анализ, метод спектроскопии комбинационного рассеяния света, дилатометрия, электронная микроскопия и рентгеновские

исследования. Особое внимание уделено сканирующей электронной микроскопии с анализом элементного состава как исходных компонентов, так и образцов композитов. Приведены стандартные лабораторные методики определения керамических и механических (трещиностойкость, прочность при изгибе и пр.) характеристик композитов. К сожалению, автором допущена существенная неточность: указана погрешность измерения прочностных характеристик в 1%, чего на практике не встречается – она существенно выше.

В третьей главе представлены результаты экспериментов по получению композиционных материалов на основе оксида алюминия и с добавками диоксида циркония, армированных многослойными углеродными нанотрубками. Необходимо отметить высокое качество всего процесса проведения исследований от постановки их выполнения и до анализа полученных результатов при использовании самых современных методик и аппаратуры. Все вместе взятое позволило не только установить механизмы повышения трещиностойкости в данном конкретном случае, но и наглядно продемонстрировать на микрофотографиях практически все микрофазы прохождения трещины. Такие моменты являются несомненными достоинствами работы и повышают ее уровень. В качестве замечаний можно отметить, что не проведена оценка количества МУНТ в образцах после обжига.

В выводах из работы зафиксированы ее основные достижения. Такие результаты могут быть базовыми для дальнейших исследований в направлении создания технологии трещиностойких композитов. Однако, замечания по строгости формулировок, отмеченные при рассмотрении раздела «Введение», здесь также необходимо принять во внимание.

В результате проведенных исследований разработана технология получения трещиностойких композитов на основе корунда и с добавлением диоксида циркония, армированных многослойными углеродными нанотрубками путем спекания в среде аргона без приложения давления. Такие материалы показывают трещиностойкость до $4,5 \text{ МПа} \cdot \text{м}^{1/2}$, прочность до 570 МПа, пористость менее 0,05%. Следует подчеркнуть, что этот результат в 1,2 раза превышает характеристики обычной корундовой керамики.

Показано, что на свойства конечных композитов оказывает влияние природа прекурсора. Из изученных исходных компонентов (α -бемит, γ -бемит, гиббсит) наиболее подходящим для создания керамической матрицы является гиббсит. Найдено, что при высоком содержании МУНТ добавки диоксида циркония действуют менее эффективно. Предложен механизм действия добавки МУНТ на характеристики композитов на основе корунда.

Таким образом, материалы изложены достаточно квалифицированно, иллюстрации полностью соответствуют результатам исследований, выводы кратко и в достаточной мере отражают итоги диссертационной работы, автореферат соответствует содержанию диссертации. Достоверность результатов, полученных с применением комплекса современных методик и аппаратуры, подтверждается их воспроизводимостью при повторных экспериментах.

На основании изложенного полагаю, что представленная диссертация является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на заданную тему на высоком уровне. Отмеченные замечания отнюдь не снижают общего благоприятного впечатления от работы – они относятся к изменению формулировок отдельных положений.

Диссертационная работа Чан Тхи Тхуи Зыонг соответствует паспорту специальности 05.17.11. – «Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов» по области исследования 1.2 «Керамические и огнеупорные материалы и изделия на их основе». Получение исходных материалов, в том числе порошков с требуемой структурой (химическим и фазовым составом, формой частиц, размером, распределением по размеру); смешивание компонентов; формование заготовок; процессы обжига и спекания; послеобжиговая обработка для придания требуемых свойств». В качестве объекта исследования рассматриваются неметаллические материалы (по химическому составу – оксиды); по особенностям технологии, строению и функциональному назначению – композиционные керамические материалы.

Работа заслуживает высокой оценки и полностью соответствует требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней (утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842), предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой

степени кандидата технических наук, а ее автор Чан Тхи Тхуи Зыонг заслуживает присуждения ее ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.11. – «Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов».

Официальный оппонент,
доктор химических наук,
главный научный сотрудник
ФГБУН ОИВТ РАН



Бакунов В.С.

«~~09~~ 08» 2016 г.

Бакунов Валерий Сергеевич

125412, г. Москва, ул. Ижорская, д.13, стр.2

E-mail: bakunov vals@mail.ru

Тел.: 8 (495) 485-8118



Подпись Бакунова В.С. удостоверяю