

## ОТЗЫВ

на автореферат кандидатской диссертации Т.Ю. Поздеевой  
«ВЛИЯНИЕ ВНЕШНЕГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ  
АНИЗОТРОПНОЙ СТРУКТУРЫ УГЛЕРОД-КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ  
ГЕЛЕВОМ ЛИТЬЕ»

Можно подтвердить актуальность рассматриваемой диссертационной работы в связи с тем, что все большую распространенность и востребованность демонстрируют материалы, которые включают в себя углеродные наноструктуры, чаще всего многостенные углеродные нанотрубки (МУНТ), однако основная масса опубликованных работ посвящена ориентированию МУНТ в полимерных или металлических матрицах и под воздействием сильных МП, тогда как ориентация МУНТ в объеме керамических матриц на данный момент еще недостаточно изучена как у отечественных авторов, так и у зарубежных. Вполне оправданной является цель работы по разработке углерод-керамических композиционных материалов (УККМ) с анизотропной структурой методом гелевого литья под сверхнизким магнитным воздействием (МВ) и повышение их физико-механических свойств.

При исследовании физико-химических процессов формирования фазового состава и микроструктуры УККМ при использовании гелевого литья, воздействия сверхнизким магнитным полем (МП) и искрового плазменного спекания (ИПС), автором диссертации получен ряд новых важных научных результатов. Впервые изучены закономерности формирования углерод-керамических суспензий и заготовок на их основе из ультрадисперсных порошков диоксида циркония и титана под воздействием низкочастотного ультразвукового излучения и сверхнизкого постоянного магнитного поля. 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. Получены УККМ с тремя типами матриц ( $ZrO_2-3Y_2O_3$ ,  $ZrO_2-3Y_2O_3-0,3CuO$ ,  $TiO_2$ ). Добавка МУНТ к  $ZrO_2-3Y_2O_3$  и  $ZrO_2-3Y_2O_3-0,3CuO$  повышает трещиностойкость  $K_{1C}$  до  $22-27 \text{ МПа} \times \text{м}^{1/2}$ , 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 -  $f_H$  с 0,30 до 0,21. Установлено формирование из стеклофазы материала  $ZrO_2-3Y_2O_3-0,3CuO$  ( $Z3Y0.3CuO$ ), полученного в восстановительной среде при ИПС, кристаллических фаз, содержащих углерод, медь, иттрий, хлор.

Теоретическая значимость работы состоит в том, что обоснованы представления контролируемого управления структурой и фазовым составом материала с помощью сверхнизких МП на этапе компактирования и ИПС порошковых смесей. Практическая значимость определяется тем, что 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). Разработан УККМ с анизотропной структурой с повышенными физико-механическими свойствами:  $K_{1C}$  до  $27 \text{ МПа} \times \text{м}^{1/2}$ ,  $f_H \sim 0,2$ ,  $R = (2,2 \pm 0,4) \cdot 10^{-2} \text{ Ом} \cdot \text{см}$ . Разработаны рекомендации по синтезу керамики ИПС в восстановительной среде из порошков  $ZrO_2-3Y_2O_3$ ,  $ZrO_2-3Y_2O_3-0,3CuO$ ,  $TiO_2$  с сохранением анизотропии структуры конечных компактов.

По содержанию автореферата возникли следующие замечания.

1. На стр. 12 не пояснено, зачем в пятой главе добавлялось 0,3%CuO в матрицу  $ZrO_2-3Y_2O_3$ ? Неужели для того, чтобы, как указано на стр. 13, в результате хранения спеченных образцов на основе  $Z3Y0.3CuO$  в течение 6 месяцев при температуре (до +35 °С) без внешнего механического воздействия произошло естественное разрушение по всему объему компактов с выделением медьсодержащей стеклообразной фазы?
2. На стр. 12 также указан слишком широкий интервал оптимального содержания МУНТ от 0,05 до 0,5 масс. %.

Однако эти замечания не имеют существенного значения.

