

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Иванова Дмитрия Алексеевича «Физико-химические закономерности процессов получения композиционных материалов на основе высокодисперсного алюминиевого порошка ПАП-2», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.16.06 – «Порошковая металлургия и композиционные материалы»

Представленная работа является актуальной, поскольку, посвящена установлению физико-химических закономерностей процессов получения, формирования структуры и свойств новых нанослоистых алюмоматричных композиционных материалов (КМ) и пористой алюмооксидной керамики из высокодисперсного алюминиевого порошка ПАП – 2 и разработке на этой основе эффективных технологий, которые все шире применяют в промышленности. Автором разработаны научно-технологические основы процесса получения на воздухе порошковых заготовок на основе ПАП – 2 из нанослоистых КМ в системе Al – Al₂O₃ путем реакционного спекания (РС) в режиме фильтрационного горения (ФГ). Получено в результате ФГ на воздухе защитное мелкокристаллическое покрытие из α – Al₂O₃ на поверхности порошковой заготовки из ПАП – 2 и изучены его свойства. Исследованы возможности получения КМ на основе Al-Al₂O₃ путем дополнительного его армирования волокнами из аустенитной стали 08X17H13M2. При обработке ФГ на воздухе порошковых заготовок из ПАП-2 разработана высокопористая керамика на основе Al₂O₃. Поэтому как в научном плане, так и в области практического использования актуальность результатов диссертационной работы не вызывает сомнений.

Автором изучены технологические параметры получения нанослоистых алюмоматричных КМ из промышленного высокодисперсного алюминиевого порошка ПАП – 2 с чешуйчатой формой частиц субмикронной толщины. Установлено, что термообработка промышленного порошка ПАП-2 на воздухе или в вакууме значительно улучшает его прессуемость из-за удаления покрытия из стеарина на частицах. При нагреве ПАП – 2 на воздухе до 350 °С с последующей изотермической выдержкой на поверхности частиц образуется пленка оксида алюминия толщиной до 10 нм, при этом выделяющиеся при разложении стеарина газы играют роль защитной среды.

Предложен механизм, основанный на различии коэффициентов термического расширения поверхностной алюмооксидной пленки и алюминиевой основы, образования округлых алюмооксидных включений (γ – Al₂O₃) наноразмерного диапазона на поверхности частиц, включенных в слоистые гранулы размером 10 – 50 мкм, которые готовили после обработки в вакууме обработанных на воздухе частиц ПАП-2. После спекания этого порошка в вакууме (600 °С, 1 час) получен нанослоистый дисперсно-упрочненный КМ (Al – Al₂O₃), в объеме слоев которого равномерно распределены наночастицы γ -Al₂O₃ с возможностью варьирования их содержания до 40 об %. Показано, что при реакционном спекании добавка порошка тонкомолотого натрий-силикатного стекла является активатором спекания порошковых заготовок из ПАП-2.

Предложен механизм формирования мелкокристаллического α -Al₂O₃ покрытия на изделиях, основанный на окислении летучих субоксидов алюминия (AlO, Al₂O и др.). Спекание в вакууме (630 °С, 1 час) порошковых заготовок из ПАП-2, содержащих стеарин, обеспечивает образование в поверхностных слоях чешуйчатых алюминиевых

частиц расплава эвтектического состава Al-Al₄C₃. При его охлаждении в слоистой структуре заготовок формируются наноразмерные кристаллы Al₄C₃.

Керметы Al – Al₂O₃ перспективны для использования в качестве износостойких и уплотнительных элементов, а также абразивного инструмента. Кермет Al – Al₂O₃ с мелкокристаллическим алюмооксидным (α – Al₂O₃) покрытием успешно использован в качестве притира на финишной стадии обработки сферических титановых изделий взамен чугунных притиров. Кермет, упрочненный частицами γ (δ) – Al₂O₃ и Al₄C₃, перспективен для использования в качестве легких (2,6 г/см³) и жаропрочных (до 500 °С) элементов конструкций, а также триботехнических изделий. Легкий ударопрочный нанослоистый кермет Al-Al₂O₃ (матрица) – волокна аустенитной стали 08Х17Н13М2 прошел испытание в качестве элемента в экспериментальном бронемодуле и показал его перспективность. Уровень свойств, достигнутый на спеченных материалах, и экономичность технологии делает их конкурентоспособными с известными алюмоматричными материалами, алюминиевыми сплавами и высокопористыми алюмооксидными материалами. Автором разработана методика и устройство для определения термостойкости керамики конструкционного назначения, что позволило существенно повысить точность измерений.

Достоверность результатов и выводов диссертации обеспечена аналогичностью экспериментальных данных, полученных с использованием современных методов исследования и поверенного высокоточного современного оборудования. Интерпретация полученных экспериментальных данных не противоречат классическим научным представлениям, принятым в материаловедении и технологии композиционных материалов.

Содержание автореферата позволяет утверждать, что диссертационное исследование Иванова Дмитрия Алексеевича соответствует специальности 05.16.06 – «Порошковая металлургия и композиционные материалы» удовлетворяет всем требованиям ВАК, предъявляемых к докторским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук.

Зав. кафедрой химической технологии керамики и огнеупоров, доктор хим. наук, профессор



Беляков
Алексей
Васильевич

125047, Москва, Миусская пл., д. 9 РХТУ им. Д.И. Менделеева.9.

Av_bel@bk.ru, 7.903 1118983

Подпись Белякова Алексея Васильевича



Ученый секретарь,

заверяю

Калинина Нина Константиновна