

Материаловедческие подходы в создании корундосодержащих огнеупоров

Шмурадко В.Т., Степкин М.О.

Филиал БНТУ «Институт повышения квалификации и переподготовки кадров по новым направлениям развития техники, технологии и экономики»

В рамках материаловедческой программной формулы «структура-свойство», разработаны физико-химические основы создания термостойких и химически устойчивых структур, сформированных на основе Al_2O_3 и твердых растворов оксидов Y, Mg, Si, Zr в Al_2O_3 , с учетом образующихся низко- и высокотемпературных эвтектик. Данные материалы обеспечивают работу тепловых агрегатов в диапазоне высоких и повышенных температур, агрессивных сред (кислотно-щелочных, восстановительных).

Разработана физико-химическая модель термостойких и химически устойчивых материалов на основе модифицированного Al_2O_3 . Структурно модель представляет корундовую матрицу, по границам зерен которой расположены оксиды-модификаторы (SiO_2 , MgO , ZrO_2), приводящие, во время тепловой обработки и спекания, к зернограничному структурированному упрочнению материала, изменению и повышению его физико-химических свойств, созданию фрагментальной структуры, приводящей к модификационному химическому упрочнению и синтезу термостойких зернограничных фаз на основе $MgAl_2O_4$, $3 Al_2O_3 \times 2SiO_2$, $m - ZrO_2$. Разработаны методики синтеза термокоррозионностойких корундовых материалов и физико-химические процессы структурной инженерии термостойких и химически устойчивых материалов. Проведен анализ причин разрушения керамических материалов, которыми являются напряжения I рода (термические) и II рода (химические), вызываемые градиентом температур, анизотропией ТКЛР, локальными химическими реакциями, полиморфизмом. Изучены процессы и механизмы создания термостойких структур, а на их основе разработаны режимы сухого и мокрого размола, трибохимической обработки корундовых композиций и получения из них высококонцентрированных керамических вяжущих суспензий (ВКВС); затем – шликерных отливок с высокой плотностью; переработки отливок в гранулированные порошки, их прессования и спекания экспериментальных образцов. Выполнен физико-химический анализ фазовых диаграмм состояния $Al_2O_3 - SiO_2$, $Al_2O_3 - MgO$, $Al_2O_3 - ZrO_2 - SiO_3$, $Al_2O_3 - MgO - SiO_2$; исследованы режимы тепловой обработки и спекания материалов на основе модифицированного Al_2O_3 . Созданы керамоогнеупорные материалы с

микротрещиноватой «фрагментальной» структурой корундоциркониевого, корундоцирконового, корундо-шпинельного, муллитокорундового составов со следующим диапазоном свойств: $\rho = 2,3\text{--}3,9 \text{ г/см}^3$, $K_{Ic} = 2,1\text{--}6,3 \text{ МПа} \times \text{м}^{0,5}$, $\sigma_{сж.} = 200\text{--}500 \text{ МПа}$, $\sigma_{изг.} = 70\text{--}190 \text{ МПа}$, термостойкость $R_{1000}^0 \text{ С-вода} = 16\text{--}36$ термоциклов.

Заключение. В рамках материаловедческой программной формулы «состав-структура-свойство» - «термокоррозионностойкий материал» на основе Al_2O_3 , анализа фазовых диаграмм состояния, технологического регламента получения качественных огнеупоров установлены термодинамические и кинетические условия твердофазного спекания корундовых материалов. На их основе изготовлены и испытаны огнеупорные дозирующие воронки. Дозирование алюминий-магниевого расплава в высокоскоростную центрифугу-кристаллизатор позволило создать чистые (без включений) кристаллические структуры на основе алюминия с повышенными физико-механическими свойствами.

УДК 524.57

Влияние воздействия высокоскоростных потоков микрочастиц на элементы электроники космического назначения

Овчинников В.И., Белоус А.И.

Обособленное хозрасчетное подразделение
«Научно-исследовательский институт импульсных процессов
с опытным производством», ОАО «Интеграл»

Актуальность проблемы анализа причин отказов для изделий ракетно-космической техники (РКТ) обусловлена огромной потенциальной угрозой природе планеты Земля. В настоящее время экспертами активно разрабатывается гипотеза, что одной из вероятных причин отказов электронных систем КА являются потоки космических пылевых частиц и высокоэнергетических (галактических) ионов, движущиеся в околоземном и межпланетном пространстве и имеющие скорости от 1 до 80 км/с и более.

Одним из основных показателей надежности любого КА является безотказность его функционирования. В НПО порошковой металлургии реализуются перспективные подходы к оптимизации комплектов бортовой аппаратуры (БА). Выполняется ряд исследований, направленных на развитие методов ускоренных испытаний на безотказность и наработку до отказа применительно к микросхемам с субмикронными размерами элементов. В связи с этим актуальным является моделирование и исследование влияния и возможных повреждений конструкций ударами микрочастиц размером $< 100 \text{ мкм}$ с относительно низкими скоростями порядка 1-5 км/с, которые соответствуют скоростям соударения КА с микрочасти-