

СВС КЕРАМИЧЕСКИХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ НИТРИДА КРЕМНИЯ

Витушкина О.Г., Чухломина Л.Н.

Отдел структурной макрокинетики ТНЦ СО РАН,
634021, г. Томск, пр-т Академический 10/3, e-mail: olchik4@yandex.ru

Среди бескислородных керамических материалов, обладающих уникальными свойствами, предназначенных для использования в промышленности, следует выделить керамику на основе нитрида кремния. Особое внимание уделяется получению многофазных керамических материалов на основе нитрида кремния: $\text{Si}_3\text{N}_4 - \text{SiC}$, $\text{Si}_3\text{N}_4 - \text{TiN}$, $\text{Si}_3\text{N}_4 - \text{ZrO}_2$, $\text{Si}_3\text{N}_4 - \text{Al}_2\text{O}_3$ и др., поскольку, например, материалы на основе системы $\text{Si}_3\text{N}_4 - \text{ZrO}_2$ обладают высокой стойкостью к окислению и термостойкостью. Материалы системы $\text{Si}_3\text{N}_4 - \text{TiN}$, обладая высокой твердостью, перспективны для применения в качестве режущего инструмента. При этом традиционная технология получения данных материалов методом горячего прессования или шликерного литья является энергоемкой, многостадийной, а также требует использования предварительно синтезированных порошков нитридов кремния, титана и диоксида циркония.

В настоящее время в связи с разработкой ресурсо- и энергосберегающих технологий получения керамических материалов на основе нитрида кремния с новым сочетанием функциональных свойств наиболее перспективным является применение природного минерального сырья и метода самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС). К основным достоинствам метода СВС относится низкая энергозатратность и высокая производительность.

Ранее сотрудниками Отдела структурной макрокинетики была показана возможность получения композиций систем $\text{Si}_3\text{N}_4 - \text{ZrO}_2$, $\text{Si}_3\text{N}_4 - \text{TiN}$ в одну стадию в режиме горения. В основе синтеза композиций лежит реакция взаимодействия кремния с азотом, протекающая с высоким тепловым эффектом. Использование тепла реакции нитридообразования (750 кДж/моль) на протекание таких сопряженных эндотермических процессов как диссоциация циркония и плавление ильменита позволяет получать композиционные порошки на основе

$\text{Si}_3\text{N}_4 - \text{ZrO}_2$, $\text{Si}_3\text{N}_4 - \text{TiN}$ без дополнительных энергетических затрат. При этом содержание ZrO_2 , TiN в целевом продукте определяется количеством циркония и ильменита в исходной шихте.

В качестве кремнийсодержащего сырья использовался ферросилиций – промышленный сплав Fe – Si с содержанием 80 % кремния. Применение доступного и относительно дешевого железосодержащего сырья позволяет использовать природное минеральное сырье (цирконовый и ильменитовый концентраты) без дополнительной химической очистки, что повышает экономическую привлекательность процесса.

В работе определены оптимальные условия (состав смеси, давление азота, диаметр образца) для достижения максимальной степени азотирования продуктов СВС. Методом СВС получены нитридсодержащие композиции составов $\text{Si}_3\text{N}_4 - \text{ZrO}_2 - \text{Si}_2\text{N}_2\text{O} - \text{Fe}$, $\text{Si}_3\text{N}_4 - \text{TiN} - \text{Si}_2\text{N}_2\text{O} - \text{Fe}$. В процессе диссоциации циркония и плавления ильменита происходит образование диоксида кремния (SiO_2), который при взаимодействии с азотом образует оксинитрид кремния ($\text{Si}_2\text{N}_2\text{O}$). Методом кислотного обогащения получены опытные партии керамических композиционных порошков с остаточным содержанием железа менее 0,5 мас. %.

Исследованы физико-химические процессы, определяющие фазо- и структурообразование при горении ферросилиция в азоте в присутствии циркония и ильменита. Представлены результаты по использованию нитридсодержащих порошков для создания на их основе высокоэффективных неорганических материалов. Получен композиционный керамический материал на основе нитрида кремния с открытой пористостью менее 4,3 % и твердостью по Роквеллу (HRA) не менее 87 методом горячего прессования.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 11-03-12110-офи-м).