

ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ

УДК 666.3-12

DOI: 10.17223/00213411/66/1/3

СИНТЕЗ СТЕКЛОКЕРАМИКИ Mg_4SiO_2 В СРЕДЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ПЛАЗМЫ*В.В. Шеховцов¹, О.Г. Волокитин¹, В.А. Ушков², Д.А. Зорин²¹Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск, Россия²Московский государственный строительный университет, г. Москва, Россия

Приведены результаты исследований синтеза стеклокерамики Mg_4SiO_2 в среде термической плазмы. Для синтеза использовался электродуговой плазмотрон мощностью 12 кВт. Серия экспериментов показала, что время интенсивного нагрева тугоплавкой шихты при синтезе стеклокерамического образца не превышает 30 с, параметры образца: плотность – 3.56 г/см^3 и микротвердость – 15 ГПа. Установлено, что фазовый состав синтезируемого образца представлен кристаллической фазой форстерит Mg_2SiO_4 с присутствием слабоинтенсивной фазы диоксида кремния SiO_2 модификации кристобалит и высокотемпературной модификацией клиноэнстатита $MgSiO_3$. Содержание аморфной фазы в синтезируемом образце не превышает 14 мас.%. Морфология поверхности синтезируемого образца представлена плотной упаковкой ромбо-додекаэдрических кристаллов фазы Mg_2SiO_4 , а внутренний каркас матрицы – плотной структурой с четким линейным расположением сферических включений фазы $MgSiO_3$ диаметром до 5 мкм, в центре которых расположена фаза SiO_2 модификации кристобалит в форме рубца длиной от 0.5 до 3 мкм и шириной от 0.3 до 1 мкм.

Ключевые слова: форстерит, стеклокерамика, электродуговой синтез, структурно-фазовые исследования.

Введение

Стеклокерамика на основе фазы Mg_4SiO_2 широко применяется в высокотехнологических отраслях производства [1–4]. Для синтеза форстеритовой керамики традиционно используют высококачественные минералы, такие как магнезит, перидотит, серпентинит, тальк и кремнезем. Ограничивающий фактор проведения экспериментальных исследований и анализ результатов по синтезу стеклокерамических матриц на основе фазы Mg_4SiO_2 сопряжены с высокой температурой плавления (2163 ± 25) К. При этом кристаллизация расплава в бинарной системе $MgO-SiO_2$ подразумевает формирование нестабильной (переходной) фазы метасиликата магния $MgSiO_2$, имеющего три полиморфных модификации (энстатит, клиноэнстат и протозэнстат). В зависимости от градиента времени и скорости охлаждения расплава процесс формирования фаз является ключевым аспектом при структурообразовании стеклокерамического каркаса. В работе [5] показано, что промежуточная фаза метасиликата магния $MgSiO_3$ при спекании в диапазоне температур 1873–1923 К дала высокую плотность $2.8-3.0 \text{ г/см}^3$ и высокий модуль разрыва 10.15 МПа.

На сегодняшний день активно развивается метод плазменного нагрева [6, 7], плавления [8, 9] и испарения [10, 11] тугоплавких материалов с целью получения керамических изделий различного назначения. Высокая концентрация энергии позволяет увеличить скорость протекания реакций, тем самым повысить эффективность процесса синтеза керамических материалов. Таким образом, цель данной работы – рассмотрение синтеза стеклокерамики Mg_4SiO_2 в среде термической плазмы, а также исследование фазового состава и морфологических особенностей структурного каркаса материала. Предполагается, что предложенный метод синтеза стеклокерамической матрицы позволит улучшить физико-химические и механические характеристики материала.

Материалы и методика исследования

Для проведения экспериментальных исследований и получения образцов стеклокерамики использовался магнезит $MgCO_3$ и отсев кварцевого песка SiO_2 . В табл. 1 представлен элементный

* Исследование выполнено при финансовой поддержке НИУ МГСУ в рамках конкурса 2022 года на проведение фундаментальных и прикладных исследований (НИР/НИОКР) научными коллективами организаций – членов Отраслевого консорциума «Строительство и архитектура» (договор № 6/К от 27.05.2022) в целях исполнения Программы развития НИУ МГСУ на 2021–2030 годы в рамках реализации Программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030».

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>