

ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ АНОРТИТА*

Н.К. Скрипникова, О.Г. Волокитин, В.В. Шеховцов, М.А. Семеновых

Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск, Россия

Проведены исследования по синтезу анортита $\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 2\text{SiO}_2$ в среде термической плазмы. Установлено, что оптимальным режимом плазмохимического синтеза анортита являются: сила тока 100 А, напряжение 110 В, расход плазмообразующего газа 14 нл/мин и время воздействия 25–30 с. Методом рентгенофазового анализа установлено, что при плавлении исходных смесей происходили процессы образования силикатного расплава с последующим его охлаждением в виде анортитовой фазы. Отмечено, что для синтеза анортитовой фазы, обогащенной кальций-содержащим $\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 2\text{SiO}_2\cdot n\text{CaO}$ соединением, необходимо увеличить содержание оксида кальция CaO до 38%. Получение анортита, обогащенного кремнийсодержащими соединениями $\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 2\text{SiO}_2\cdot n\text{SiO}_2$, можно обеспечить увеличением содержания оксида кремния до 67%. Кристаллы анортитовой фазы, согласно микроскопическим исследованиям, представляют собой игольчатые кристаллы идеоморфной формы. Перспективами применения плазмохимически синтезированного анортита является получение керамики на его основе.

Ключевые слова: керамика, анортит, плазменный синтез, рентгенофазовый анализ, микроструктура.

Введение

Актуальность получения анортита заключается в возможности его использования в различных областях, что обеспечивается его физико-механическими и физико-химическими свойствами. Анортит $\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 2\text{SiO}_2$ является представителем полевошпатных плагиоклазов [1], используется при получении анортитовой керамики, а также для подложек в электронной промышленности, поскольку обладает такими физическими свойствами, как коэффициент теплового расширения $4.8\cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ и диэлектрической проницаемостью 6.2 Ф/м при 1 МГц, а также пределом прочности при изгибе ~ 200 МПа [2–6]. С точки зрения высокой химической и термической стойкости он может использоваться в качестве материала в агрессивных высокотемпературных средах [7]. Анортит также может входить в состав стекловолокна. В отличие от обычного стекла, он обладает высокой твердостью и истираемостью. По этим свойствам он близок к параметрам ортоклаза и гранита. Природный анортит в чистом виде не добывается в значительных количествах, однако может быть синтезирован путем плавления или спекания. Согласно фазовой диаграмме $\text{CaO}\text{--}\text{Al}_2\text{O}_3\text{--}\text{SiO}_2$, чистый анортит имеет температуру плавления 1553 $^\circ\text{C}$, что затрудняет его синтез при традиционном обжиге методом получения. Выбор состава имеет решающее значение для достижения требуемых характеристик плавления с последующей кристаллизацией расплава. Фазовая диаграмма показывает широкую область образования анортита в богатой кремнеземом области, близкой по составу к анортиту [8]. Область анортита на диаграмме окружена фазами, такими как муллит ($3\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 2\text{SiO}_2$), тридимит (SiO_2), волластонит ($\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$), геленит ($2\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot \text{SiO}_2$) и корунд (Al_2O_3). В ранее проведенных исследованиях [9–13] был рассмотрен вопрос спекания и кристаллизации модифицированных керамических масс. При их исследовании методом рентгенофазового анализа было выявлено, что в фазовом составе имеются рефлексы ($d = 0.320; 0.283; 0.251$ нм), соответствующие фазам стехиометрического анортита ($\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 2\text{SiO}_2$).

Однако синтез при традиционной технологии обжига затруднен в связи с ограничениями по максимально достигаемой температуре. В работах [14, 15] были успешно получены расплавы тугоплавких силикатных материалов с использованием плазменной установки. Использование высококонцентрированных тепловых потоков плазмы позволяет получать расплавы, содержащие анортитовую фазу. При этом обеспечивается температура порядка 5727 $^\circ\text{C}$ [16].

Применение плазменной энергии для образования силикатных расплавов связано с реализацией высоких температур, значительно превышающих температуры плавления элементов системы трехфазовой диаграммы CaO , Al_2O_3 , SiO_2 , поэтому плазменные процессы образования высокотемпературных расплавов отличаются неравновесностью и скоростью протекания. Это объясняется высокой концентрацией энергии и температурой, которые реализуются плазменными установка-

* Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 20-79-10102).

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>