

## ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРНО-ФАЗОВОГО СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНОГО МАГНЕЗИТА $MgCO_3$ В ДИАПАЗОНЕ ТЕМПЕРАТУР 1173–6500 К\*

В.В. Шеховцов, Ю.А. Абзаев, О.Г. Волокитин, Н.К. Скрипникова, А.А. Клопотов

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

Приведены результаты исследований влияния температурного фактора на фазово-структурные и морфологические изменения, протекающие в природном магнезите ( $MgCO_3$ ). В качестве сырья использовался природный магнезит Савинского месторождения, Иркутская область. Подготовленные модельные образцы подвергались двум видам термического воздействия: первый – изотермическая выдержка при температуре 1173 К; второй – нагрев и плавление в среде термической плазмы при среднемассовой температуре плазменной струи 6500 К. Качественный фазовый анализ показал, что к основным фазам исследуемых состояний относятся эталоны  $MgCO_3$ ,  $MgO$  в гексагональной и кубической формах. Установлена полная структурная информация решеток как в исходном состоянии, так и после уточнения структурных параметров методом Ритвелда. Проведена оценка стабильности установленных решеток фаз методом выпуклых оболочек с помощью электронного ресурса AFLOW. Показана диаграмма стабильности  $MgCO_3$  совместно с цветовой градацией энергии с учетом спиновой поляризации.

**Ключевые слова:** магнезит, периклаз, плазма, нагрев, плавление, фазовые изменения, микроструктура.

### Введение

Периклаз  $MgO$  является перспективным материалом для изготовления изделий с высокой степенью огнеупорности (температура плавления чистого периклаза 2800 °С). В настоящее время для производства плавленного периклаза используют природный магнезит  $MgCO_3$  в качестве исходного материала. Наиболее емкой областью применения периклазового порошка является сфера синтеза керамических материалов. В работе [1] проведено сравнение методов получения пористой периклазовой керамики, из которого следует, что температура синтеза такого типа керамики варьируется от 1400 до 1600 °С. Известна работа [2] по синтезу пористой керамики форстерит-шпинель-периклаз методом нестационарной жидкофазной диффузии. Полученная пористая керамика по данному методу характеризуется коэффициентом теплопроводности 0.42–0.48 Вт/(м·К) и огнеупорностью при нагрузках 1588 и 1624 °С, спекание образцов производилось при 1600 °С в течение 3 ч. Периклаз нашел свое место при производстве шлакостойкой высокопрочной глиноземо-периклазоуглеродистой керамики. В работе [3] показана возможность синтеза образцов, имеющих огнеупорность более 1800 °С, плотность 2520–2880 кг/м<sup>3</sup>, водопоглощение 6.75–11.71%, открытую пористость 16–29%, предел прочности при сжатии 100–120 МПа. В [4] приводятся результаты структуры и фазового состава керамических порошков системы  $ZrO_2 - MgO$ , полученные плазмохимическим способом. Показано, что после 700 °С происходит распад кубического твердого раствора  $ZrO_2$  с выделением  $MgO$ , при этом скорость фазовых переходов непосредственно зависит от количества вводимого  $MgO$ . Стоит отметить, что плавление  $MgO$  актуально еще и для такой сферы, как геофизика, где исследуются процессы в земной мантии [5, 6].

Изучению параметрических характеристик и структурных свойств  $MgO$  посвящено достаточно большое количество работ. В частности, стоит отметить работу [7], где подчеркивается важность периклаза в экспериментальной физике минералов, поскольку его данные по давлению – объему – температуре ( $P-V-T$ ) могут быть применены для рентгеновских исследований нагретых твердых тел под давлением с использованием вольфрама. В частности, проведены теоретические и экспериментальные работы [8, 9] по определению параметров  $P-V-T$  для  $MgO$ ,  $MgSiO_3$  и  $Mg_2SiO_4$  при 0–25 ГПа и 3000–5000 К. Установлено, что  $MgO$  не имеет кристаллографических степеней свободы, кроме края решетки, и демонстрирует квазионную связь. В работе [9] также отмечается, что отсутствие атомной релаксации, вероятно, делает систему склонной к резкому отклику с точки зрения потери устойчивости при нагревании. Однако в литературе отсутствуют результаты экспериментальных исследований по влиянию температурного фактора на структурно-фазовые изменения периклаза. Таким образом, цель данной работы – произвести оценку влияния температурного фактора на структурно-фазовые изменения природного магнезита ( $MgCO_3$ ) при традиционном

\* 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>