

Е.М. ДЯТЛОВА, канд.техн.наук,  
 А.В. ДЕШКОВЕЦ,  
 В.В. ТИЖОВКА, канд.техн.наук,  
 Г.Л. СТАНКЕВИЧ (БТИ)

## СВОЙСТВА И СТРУКТУРА МУЛЛИТОКОРДИЕРИТОВЫХ ОГНЕУПОРОВ С ДОБАВКОЙ ЭЛЕКТРОКОРУНДА

Большое количество современных исследований посвящено получению огнеупорных керамических материалов на основе тройной системы  $\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$  в поле кристаллизации муллита и кордиерита [1—3]. Такие огнеупоры обладают хорошими термофизическими свойствами, дальнейшее улучшение которых возможно при введении предварительно синтезированных кристаллических фаз.

В настоящей работе приведены результаты исследования свойств и структуры муллитокордиеритовых огнеупорных материалов с добавками электрокорунда.

В качестве сырьевых материалов использовались глина "Веселовская", тальк "Онотский", технический глинозем и электрокорунд (шлифзерно 12-Н). Опытные образцы изготавливались методом полусухого прессования (влажность массы 14 %, давление прессования 12 МПа). После прессования образцы сушились на воздухе в течение суток, а затем в сушильном шкафу при температуре 105—110 °С. Обжиг осуществляли в туннельной печи Минского фарфорового завода (максимальная температура обжига — 1350 °С, длительность цикла — 36 ч). На полученных образцах исследовали водопоглощение, открытую пористость, кажущуюся плотность, температурный коэффициент линейного расширения (ТКЛР). Были изучены фазовый состав и структура полученных материалов.

Свойства материалов с различным содержанием электрокорунда приведены в табл. 1.

Как следует из экспериментальных данных, введение электрокорунда вызывает незначительное изменение водопоглощения и открытой пористости, однако заметно уменьшает общую и огневую усадку образцов. Увеличение кажущейся плотности материала при введении электрокорунда объясняется относительно высокой истинной плотностью последнего (3,7—4,1 кг/м<sup>3</sup>).

Изучение фазового состава опытных образцов с различным содержанием электрокорунда показало, что все они имеют полиминеральный состав. В образцах присутствуют кристаллические фазы, характерные для системы  $\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ ; муллит  $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot x \cdot 2\text{SiO}_2$ , кордиерит  $2\text{MgO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$  и корунд  $a-\text{Al}_2\text{O}_3$ . Изменения интенсивности основных дифракционных максимумов кри-

Табл. 1. Свойства материала с различным содержанием электрокорунда

Но- мер сос- тава	Содержание электрокорун- да, мас. % (сверх 100 %)	Водопо- глоще- ние, %	Усадка, %		Открытая пористость, %	Кажущаяся плотность, $\times 10^{-3}$ кг/м <sup>3</sup>
			общая	огневая		
1	0	18,26	2,41	1,71	33,32	1,825
2	5	17,20	2,20	1,70	32,42	1,885
3	10	16,72	1,80	1,20	32,10	1,920
4	15	16,35	1,45	0,95	32,02	1,960
5	20	15,73	1,22	0,90	31,62	2,010
6	25	15,47	1,06	0,86	31,50	2,040

таллических фаз в зависимости от количества вводимого электрокорунда представлены на рис. 1. Как свидетельствуют данные РФА, введение электрокорунда резко увеличивает количество  $\alpha$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  в материале. Вместе с тем следует отметить, что добавка электрокорунда не способствует повышению содержания муллита в материале. При небольших количествах электрокорунда (до 5 %) наблюдается увеличение содержания кордиерита в материале. По всей

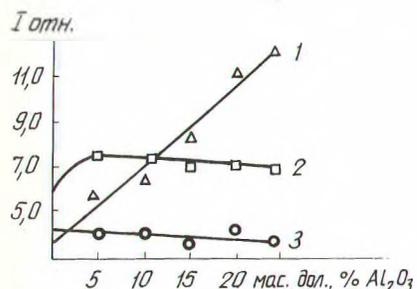


Рис. 1. Изменение интенсивности основных дифракционных максимумов кристаллических фаз в зависимости от содержания электрокорунда: 1 — корунд ( $d = 1,603$ ); 2 — кордиерит ( $3,03$ ); 3 — муллит ( $2,206$ ).

вероятности, введение в состав массы дополнительного количества  $\text{Al}_2\text{O}_3$  способствует более полному связыванию оксидов магния и кремния в кордиерит. При дальнейшем росте содержания электрокорунда в шихте количество кордиерита не изменяется, что объясняется отсутствием свободного оксида магния. При этом количественное соотношение кристаллических фаз муллита и кордиерита в материале остается постоянным. На основании результатов РФА можно сделать вывод, что электрокорунд выполняет в основном роль композиционной добавки, не изменяющей своей структуры и свойств в кристаллическом материале.

Фазовый состав материала определяет одно из важнейших свойств огнеупоров — температурный коэффициент линейного расширения (ТКЛР). Известно, что величина ТКЛР отдельных кристаллов и стекол различна и зависит от их строения и прочности химических связей. В опытных образцах основными кристаллическими фазами, определяющими ТКЛР материала, являются муллит,

кордиерит и корунд. Зависимость ТКЛР опытных образцов от содержания электрокорунда приведена на рис. 2.

При введении в шихту небольших количеств электрокорунда (до 5 мас. дол., %) ТКЛР образцов не изменяется, что объясняется увеличением содержания кордиерита в материале и его компенсирующим действием на термическое расширение. При дальнейшем увеличении содержания электрокорунда в шихте значения ТКЛР материала повышаются за счет дополнительного количества свободного  $\alpha$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ , который имеет значительно больший ТКЛР, чем исходная муллитокордиеритовая матрица.

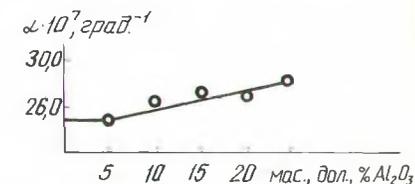


Рис. 2. Зависимость ТКЛР опытных образцов от содержания электрокорунда.

При исследовании установлено, что введение электрокорунда в состав исходной шихты заметно изменяет структуру образцов. В процессе спекания муллитокордиеритовая матрица претерпевает объемную усадку, чему препятствуют зерна электрокорунда. В результате этого в материале возникают напряжения растяжения, приводящие к появлению микротрещин. Кроме того, формирование микротрещиноватой структуры материала способствует анизотропия  $\alpha$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  по кристаллическим осям. В связи с формированием в материале такой структуры повышается его термостойкость [4]. При введении в исходный материал 20 мас. дол., % электрокорунда термостойкость материала увеличивается примерно на 20–22 %.

Таким образом, результаты исследования показали, что введение в состав муллитокордиеритового материала электрокорунда уменьшает усадку первого, повышает его плотность и механическую прочность. Формирование микротрещиноватой структуры и наличие кристаллических фаз — муллита, кордиерита и корунда — обеспечивает высокую термостойкость материала.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Герасимов Е., Генчева Г., Лепкова Д. Исследование условий получения и свойств термостойкой муллитокордиеритовой керамики. — Строительные материалы и силикатная промышленность. София, 1974, № 8, с. 28–32.
- Радзиховский Л.А. Кордиеритовые массы с повышенной огнеупорностью. — Стекло и керамика, 1980, № 6, с. 21–22.
- Исследование фазового состава и свойств керамических материалов на основе системы  $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$  / Ю.М. Костюнин, Е.М. Дятлова, А.В. Дешковец и др. — В кн.: Стекло, ситаллы и силикаты. Минск, 1982, вып. 11, с. 56–58.
- Иванова Л.П. Повышение термостойкости корундовой керамики. — Огнеупоры, 1982, № 2, с. 44–48.