

КЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ С КОМПЛЕКСОМ
ПОВЫШЕННЫХ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

Е.М.ДЯТЛОВА, Е.С.КАКОШКО, О.А. КЛИМАШЕВСКАЯ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»,

Открытое акционерное общество
«МИНСКИЙ ФАРФОРОВЫЙ ЗАВОД»

Минск, Беларусь

Среди широкого разнообразия термостойких конструкционных материалов наибольший интерес представляет кордиеритовая керамика как хороший термостойкий материал, но обладающий при этом невысокими прочностными характеристиками и высокой пористостью. Другие виды малорасширяющейся керамики (литийсодержащая, цельзиановая) являются дорогим и дефицитным материалом. Перспективными в этой области являются материалы на основе новых систем, где имеются кристаллические фазы с низким ТКЛР. Одной из таких является система $\text{FeO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$.

Целью данной работы является разработка составов и технологии получения термостойких керамических материалов на основе системы $\text{FeO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ с повышенными термомеханическими характеристиками.

Синтез материалов проводился в обширной области трёхкомпонентной системы $\text{FeO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ в поле кристаллизации феррокордиерита ($2\text{FeO}\cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 5\text{SiO}_2$), обладающего низким температурным коэффициентом линейного расширения и более высокими прочностными показателями по сравнению с магниевым кордиеритом.

В качестве исходных сырьевых материалов для синтеза использовались глина огнеупорная Веселовского месторождения, технический глинозём, кварцевый песок и оксид железа (II).

Массы готовились по традиционной технологии совместным мокрым помолом сырьевых компонентов в микрошаровой мельнице с дальнейшим обезвоживанием шликера в гипсовой форме и сушкой в сушильном шкафу при температуре 100 ± 5 °С. Высушенная масса растиралась в ступке до полного прохождения через сито №1 и увлажнялась водой до влажности 6-8 %. Образцы прессовались при давлении 20 МПа на гидравлическом прессе, высушивались в сушильном шкафу при 100 ± 5 °С в течение часа и обжигались при температуре 1050-1150 °С в электрической печи с выдержкой при максимальной температуре 1 ч, скорость подъема температуры – 200-250 °С/ч. Восстановительная среда обжига образцов обеспечивалась введением в состав массы углеродсодержащей добавки в количестве от 0,5 до 1,0 %. В процессе термообработки происходит формирование же-

лезосодержащих кристаллических фаз – феррокордиерит $2\text{FeO}\cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 5\text{SiO}_2$, герцинит $\text{FeO}\cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ и фаялит $\text{FeO}\cdot \text{SiO}_2$.

В результате проведения исследования физико-химических свойств синтезированных материалов установлено, что водопоглощение и открытая пористость, величины, которых характеризуются наличием и количественным содержанием открытых пор, уменьшаются с увеличением количества FeO , который способствует образованию легкоплавкой эвтектики и интенсифицирует процесс спекания керамических материалов, кажущаяся плотность при этом увеличивается. Материалы обладают высокой механической прочностью и твердостью, что обусловлено их низкой пористостью, а также оптимальным сочетанием структурных составляющих.

Температурный коэффициент линейного расширения опытных образцов имеет значения от $4\cdot 10^{-6}$ до $6,5\cdot 10^{-6}$ K^{-1} , которые зависят от химического состава и температуры спекания. При увеличении содержания FeO и повышении температуры спекания создаются наиболее благоприятные условия для выделения малорасширяющегося феррокордиерита, что способствует снижению ТКЛР и повышению термостойкости материалов.

Показатели свойств керамического материала оптимального состава представлены в табл. 1.

Табл. 1. Основные свойства керамического материала оптимального состава

Наименование свойства	Показатель свойства
1. Усадка огневая, $U_{\text{огн}}$, %	7,21
2. Водопоглощение, V , %	1,43
3. Пористость открытая, P_o , %	1,96
4. Плотность кажущаяся, $\rho_{\text{каж}}$, %	2,77
5. Температурный коэффициент линейного расширения (ТКЛР), $\alpha\cdot 10^6$ K^{-1}	4,09
6. Коэффициент теплопроводности, λ , Вт/(м·К)	0,96
7. Удельное объемное электрическое сопротивление, ρ_v , Ом·см.	$1,3\cdot 10^{10}$
8. Механическая прочность при сжатии, $\sigma_{\text{сж}}$, МПа	195
9. Твердость по шкале Мооса	8,0-8,5
10. Кислотостойкость, K , %	97,5

Таким образом, показана реальная возможность синтеза керамических материалов с комплексом ценных технических характеристик (высокие показатели твердости и механической прочности, кислотостойкости, низкое термическое расширение при хороших электроизоляционных параметрах). Эти материалы могут быть рекомендованы для изготовления износостойких деталей, тепло- и электроизоляции индукторов, а также в качестве абразива для обработки металлов и других материалов.