

УДК 666.01

## ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛИЗАТОРОВ НА СПЕКАНИЕ И СВОЙСТВА ФОРСТЕРИТОВОЙ КЕРАМИКИ

Е.М. ДЯТЛОВА, Е.С. КАКОШКО

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

Минск, Беларусь

В настоящее время значительно возрос интерес к высокорасширяющимся керамическим материалам, необходимым для защитных покрытий по металлам и спаев с электровакуумными стеклами в электронике и приборостроении, важнейшей характеристикой которых является термическое расширение. Следует отметить, что количество кристаллических фаз с высоким температурным коэффициентом линейного расширения (ТКЛР) весьма ограничено. В основном это периклазовая керамика или композиции на основе периклаза и других магнийсодержащих кристаллических фаз. Однако указанные материалы характеризуются высокой температурой спекания (выше 1500 °С), повышенной пористостью, что ограничивает их применение в технике.

Целью работы является разработка составов керамических материалов с высоким значением ТКЛР  $(9,2-9,6) \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$  и пониженной температурой спекания для спаев с электровакуумными стеклами в стеклянных электродах.

В качестве объекта исследования выбрана керамика на основе ортосиликата магния (форстерит), для синтеза которой использованы следующие сырьевые компоненты: оксид магния, тальк онотский, а в качестве минерализаторов для снижения температуры спекания – бентонит огланлыкский, глина огнеупорная Веселовского месторождения марки «Веско-Гранитик», а также оксиды марганца и цинка. Обжиг образцов осуществлялся в электрической печи при температуре 1200, 1250 и 1300 °С.

Установлено, что введение добавок способствует активизации процесса спекания и снижению ТКЛР. Введение в керамическую матрицу вышеуказанных минерализаторов обеспечивает высокие значения ТКЛР образцов от 10,13 до  $12,36 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$  (при 400 °С), что выше требуемых значений. Можно предположить, что указанные добавки незначительно изменяют соотношение структурных составляющих в материале, в котором доминирует высокорасширяющаяся, плохо спекающаяся матрица. Целесообразно использовать оксид марганца в сочетании с бентонитом.

ТКЛР исследуемой керамики достаточно высокий, его значения находятся в области требуемых значений  $(9,2-9,8) \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$ , однако можно отметить некоторое снижение термического расширения при увеличении температуры обжига, так как при этом возрастает количество расплава, а



после охлаждения стекловидной фазы, которая имеет меньший коэффициент линейного расширения. Также можно отметить, что ТКЛР исследуемых материалов в определенной степени зависит от количества оксида марганца, с увеличением которого снижаются значения ТКЛР образцов, поскольку при спекании уменьшается относительное количество высокорасширяющейся фазы форстерита.

Как показали экспериментальные данные, оксид марганца не образует кристаллических фаз при спекании и полностью переходит в стекловидную фазу, уплотняя ее структуру, и, вследствие этого, оказывает тормозящее действие на носители зарядов, что способствует уменьшению электропроводимости и повышению сопротивления.

Поскольку данная керамика содержит в своем составе как основные, так и кислотные оксиды, то можно предположить, что исследуемые материалы будут иметь одинаковую химическую устойчивость к щелочным и кислотным средам, что и подтверждается результатами проведенных испытаний. Некоторое снижение кислотостойкости с увеличением количества марганца можно объяснить уменьшением степени закристаллизованности материала и увеличением количества стекловидной фазы, которая в большей степени подвергается агрессивному воздействию вследствие менее прочных химических связей.

Таким образом, можно сделать вывод о наибольшей целесообразности использования оксида марганца, так как в результате применения его в качестве минерализирующей добавки достигаются наиболее оптимальные результаты в области исследуемых параметров (табл. 1).

Табл. 1. Свойства керамического материала оптимального состава

Наименование свойства	Показатель свойства
Температура обжига, °С	1300
Водопоглощение, %	8,6
Плотность кажущаяся, кг/м <sup>3</sup>	2510
ТКЛР при 400 °С, $\alpha \cdot 10^6 \text{K}^{-1}$	9,62
Удельное объемное сопротивление при 100 °С, Ом·м	$3 \cdot 10^{12}$
Кислотостойкость, %	95,2
Механическая прочность, МПа	49,6

В результате проведенной работы установлена возможность получения в исследованной системе материалов, обладающих высокими значениями термического расширения и удельного объемного сопротивления, при оптимальных значениях механической прочности и пористости, что предопределяет использование их в радио- и электронной технике.

