

И. А. Левицкий, проф., д-р техн. наук;
О. В. Кичкайло, ст. науч. сотр.;
А. И. Тригубович, науч. сотр. (БГТУ, г. Минск)

РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СПЕКАНИЯ ЛИТИЙАЛЮМОСИЛИКАТНОЙ КЕРАМИКИ

Близкие к нулю показатели температурного коэффициента линейного расширения (ТКЛР) в широком температурном интервале, способность выдерживать без разрушения резкие изменения температуры являются определяющими для литийсодержащей керамики.

Ранее проведенными исследованиями [1] нами получены керамические материалы в сечении литийалюмосиликатной системы, расположенные на диаграмме состояния в границах полей кристаллизации эвкриптита и сподумена, которые при температуре обжига 1200 °С обеспечивают ТКЛР находящийся в интервале от минус $0,72 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ до $0,3 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. Составы включают, %¹: 7,5 Li₂O; 32,5–42,5 Al₂O₃ и 50,0–65,0 SiO₂. Термостойкость керамических образцов указанной области составляет 100 термоциклов (350–20 °С).

Недостатком указанной массы являются высокие значения водопоглощения образцов, составляющие 18,7 – 22,4 %, что не позволяет их использовать при изготовлении технической керамики, к которой предъявляются повышенные требования по водонепроницаемости и механической прочности.

В данном исследовании добавками, интенсифицирующими спекание, служили кремнеземное стекловолокно, электрокорунд, серпентин и триоксид хрома (Cr₂O₃), которые согласно литературным данным имеют положительное влияние на повышение степени спекания и физико-механических свойств изделий.

Указанные индивидуальные добавки вводились в оптимальный состав литийалюмосиликатной керамики в следующих количествах: рубленое кремнеземное стекловолокно фракций 5–25 мм, а также Cr₂O₃ – 0,5–1,5 %, с шагом 0,5 %; электрокорунд и серпентин – 1–10 % с интервалом 5 %.

Литийсодержащая масса исходного состава включала каолин просяновский, песок кварцевый, карбонат лития, глинозем, глину «Керамик-Веско» и апатитовый концентрат.

¹ — здесь и далее по тексту, если не оговорено особо, содержание приведено в массовых процентах (мас. %).

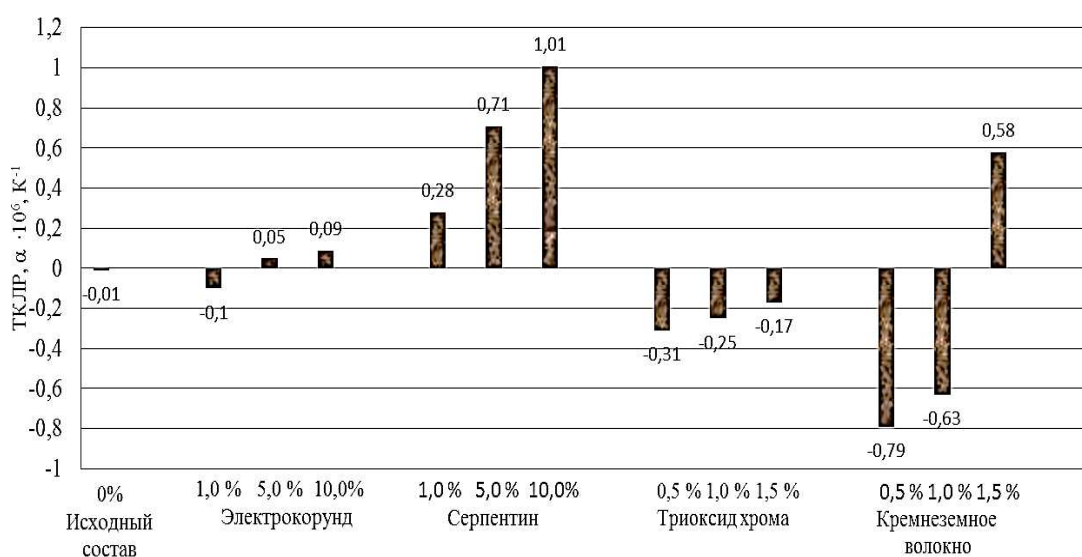
Сырьевые компоненты измельчались мокрым помолом составляющих компонентов при влажности 45–50 % в лабораторной шаровой мельнице до остатка на сите № 0063 в количестве 1,2–1,5 %. Порошки готовились из шликерных масс путем обезвоживания в сушильном шкафу и обеспечивали остатки на ситах, %: № 1 – не более 3; от № 05 до № 0315 – 15–18; № 025 – 55–72. Масса гранул, прошедших сквозь сито № 025 составляла от 18 до 35 %.

Влажность пресс-порошков находилась в пределах 4–5 %. Прессование образцов производили при удельном давлении 10–12 МПа.

Далее образцы подвергались сушке в сушильном шкафу до влажности не более 2 % и обжигу в лабораторной электрической печи при температуре $1200 \pm 5^\circ\text{C}$ с выдержкой при максимальной температуре в течение 1,5 ч.

Обожжённые образцы характеризовались гладкой ровной поверхностью желтовато-охристого цвета и отсутствием дефектов.

Установлено, что добавки серпентина приводили к повышению ТКЛР до положительных значений: $0,28 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ при введении его в количестве 1% и при добавке 5 и 10 % ТКЛР составляли $0,71 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ и $1,01 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ соответственно, что иллюстрирует рис.1.



Наименование и количество добавок введенных в исходный состав

Рисунок 1 - Зависимость ТКЛР опытных образцов, обожженных при температуре $1200 \pm 5^\circ\text{C}$, от содержания модифицирующих добавок, %

Показатели водопоглощения при этом снижались от 22,5–28,5 % до 0,6 и 2,7 % соответственно. Механическая прочность при изгибе образцов возрастала и при добавке 1–5 % серпентина ее значения составляли 17,6–20,4 МПа, при содержании 10 % – 25,5 МПа.

Добавки электрокорунда в количестве 1–10 % приводили к некоторому повышению значений ТКЛР, которые имеют значение от минус $0,10 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ до плюс $0,09 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. Добавка электрокорунда мало влияла на изменение показателей водопоглощения и механической прочности при изгибе образцов.

Что касается добавок Cr_2O_3 , то они несколько повышали значения ТКЛР по сравнению с исходным составом, и эти показатели изменялись от минус $0,31 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ при введении 0,5 % Cr_2O_3 до минус $0,17 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ при добавке 1,5 % Cr_2O_3 . Показатели водопоглощения образцов незначительно снижались от 25,3 % при введении 0,5 % Cr_2O_3 до 21,8 % при добавке 1,5 мас. % Cr_2O_3 . Механическая прочность возрастала незначительно – от 17,6 до 25,5 МПа соответственно.

Установлено, что введение добавок рубленого кремнеземного стекловолокна обеспечивало незначительное повышение значений ТКЛР, которые сохранялись на уровне минус $0,79 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ при содержании 0,5 % кремнеземного стекловолокна и минус $0,63 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ при его содержании в количестве 1,0 %. Далее значения ТКЛР возрастали и составляли плюс $0,58 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ при введении 1,5 % кремнеземного волокна.

Водопоглощение образцов при этом также снижались. Так для образцов, содержащих 0,5 и 1,0 % кремнеземного волокна, водопоглощение составляло 25,3–24,7 %. Добавка кремнеземного волокна в количестве 10 % снижала водопоглощение до 21,5 %.

Термостойкость всех образцов составляет более 120 термических циклов (350–20 °С).

Проведенные исследования позволили заключить, что интенсификацию процессов спекания алюмосиликатной керамики наиболее существенно повышали добавки серпентина, вводимого в количестве 5–10 % и рубленого кремнеземного стекловолокна – 0,5–1,0 %. При этом значения ТКЛР оставались близкими к нулю.

ЛИТЕРАТУРА

1 Кичкайло, О.В. Интенсификация спекания термостойкой керамики на основе системы $\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ / О.В. Кичкайло, И.А. Левицкий // Огнеупоры и техническая керамика. – 2015. – №10. – С.3 – 13.