

Дятлова Е.М., Сергиевич О.А., Алексеенко И.А.

### ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРО- И ФАЗООБРАЗОВАНИЯ ПРИ СИНТЕЗЕ САМОГЛАЗУРУЮЩИХСЯ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Развитие науки о трении и изнашивании твердых тел показало, что в контакте трущихся тел наблюдается их адаптация за счет протекания гаммы физико-химических процессов, при этом создаются специфические поверхностные структуры, реализующие низкий и стабильный коэффициент трения при высокой износостойкости [1]. Анализ обзора литературы в области синтеза износостойких керамических материалов показал, что основными сырьевыми компонентами являются оксиды алюминия и стабилизированного циркония [2-3]. Полученные керамические материалы характеризуются мелкокристаллической плотной структурой и повышенными прочностными показателями (300–550 МПа) при температуре спекания 1500–1700 °С. Эти материалы при всех достоинствах имеют высокую себестоимость из-за дорогостоящих исходных компонентов и повышенной температуры обжига.

С целью снижения коэффициента трения износостойких изделий в ряде случаев используется эффект самоглазурирования поверхности керамики, где в качестве сырьевых компонентов могут быть использованы перлиты, цеолиты и вулканические стекла с добавками щелочесодержащих компонентов таких, как сода, фторид и фосфат натрия [4-5]. Получение износостойких материалов с самоглазурирующей поверхностью на основе доступного минерального сырья является актуальной проблемой.

В этой связи основной целью работы является установление особенностей структуро- и фазообразования, а также поведение исходных сырьевых композиций при термической обработке при получении керамических износостойких самоглазурирующихся материалов на основе системы  $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ .

Дифференциально-сканирующая калориметрия, позволяющая установить процессы при нагревании сырьевых составляющих керамических масс, обусловленная химическим составом и структурой каждого компонента, осуществлялась на приборе DSC 404 F1 Pegasus фирмы Netzsch (Германия). Кривая ДСК для сырьевой смеси оптимального состава свидетельствует о наличии ряда термических эффектов (рисунок 1).

Из рисунка 1 следует, что первый слабовыраженный эндоэффект при температуре 108,1 °С связан с удалением физически связанной влаги. При температуре 484,2 °С происходит дегидратация NaOH, при 574,2 °С наблюдается переход низкотемпературного  $\beta$ -кварца в  $\alpha$ -кварц, а также потеря структурной воды глинистой составляющей. Глубокий эндоэффект, связанный с разложением карбонатов, наблюдается в интервале температур 780–850 °С с максимумом при 800,1 °С. Экзоэффекты при температурах 870,9 °С и 932,4 °С связаны с перестройкой кристаллической решетки глин, формированием новых кристаллических фаз, вероятнее анортитовой природы. С 1100 °С и выше происходит образование расплава и развиваются процессы жидкофазного спекания.

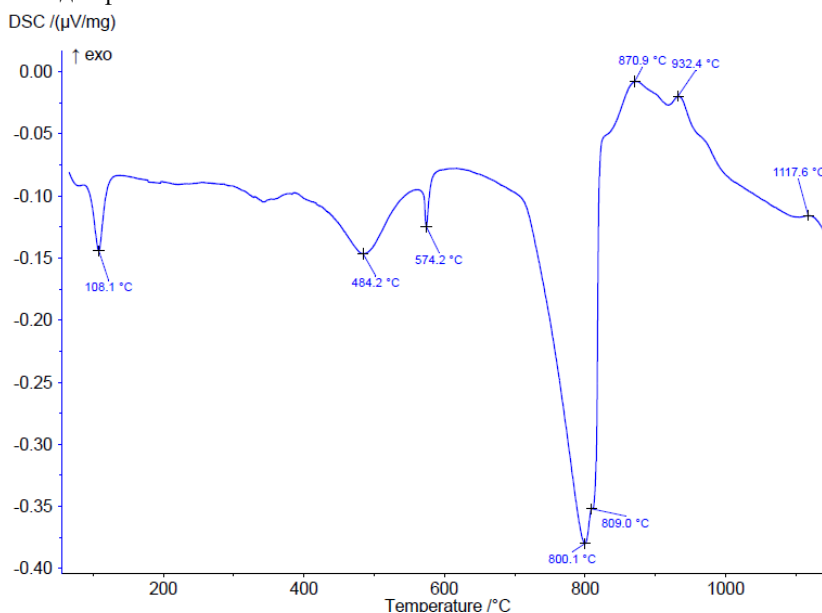
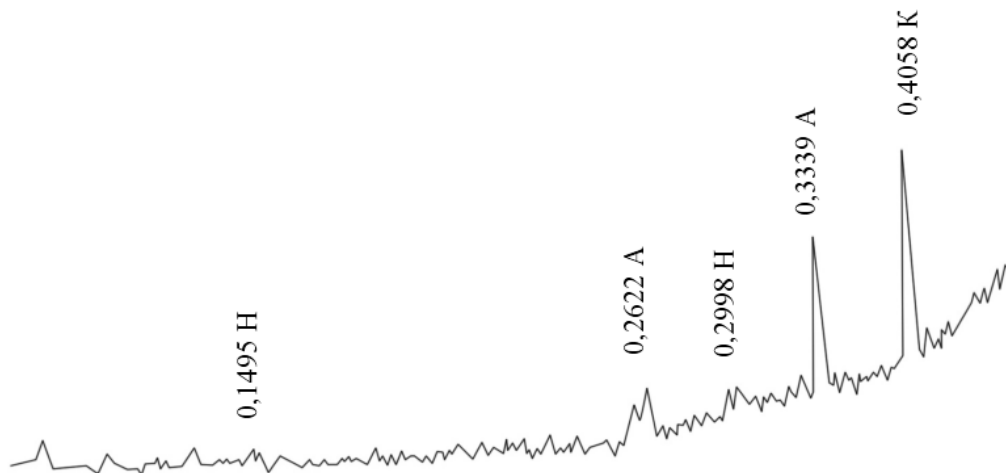


Рис. 1. Кривая ДСК оптимального состава

Рентгенофазовый анализ синтезированных самоглазующихся образцов проводился на дифрактометре D8 ADVANCE фирмы Bruker (Германия). В образце кроме основных фаз анортита и кристобалита обнаружен нестехиометрический твердый раствор анортита, образованный в результате взаимодействия анортита с оксидом натрия, вводимого через NaOH (рисунок 2).



Межплоскостные расстояния приведены в нм  
А – анортит; К – кристобалит; Н – натриевый анортит  
Рис.2. Кривая РФА самоглазуемого образца, обожженного 1170 °С

Микроструктура образцов исследовалась с помощью сканирующего электронного микроскопа марки JSM-5610 LV, оснащенного системой локального химического анализа EDX JED-2201 JEOL (Япония). Изображения получены с увеличением в 1000 раз (рисунок 3).

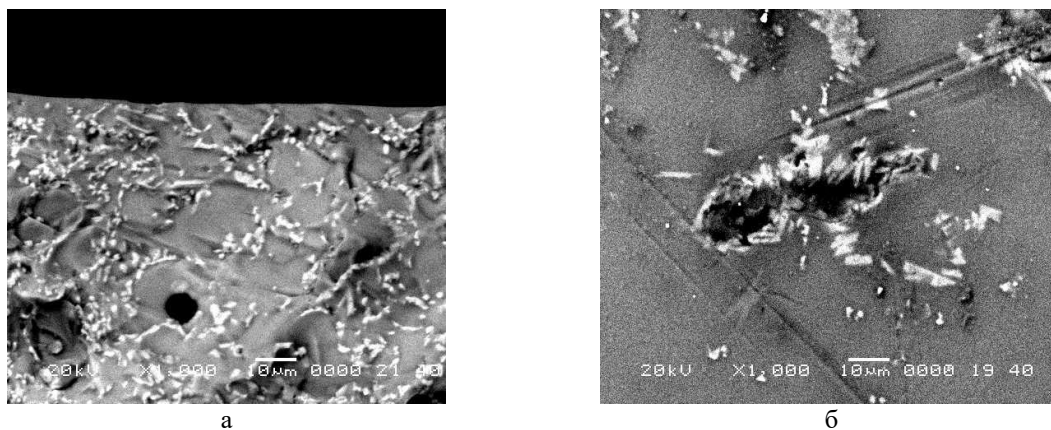


Рис. 3. Электронно-микроскопическое изображение:  
скола керамической матрицы (а) и поверхности образца (б), обожженных при температуре 1170 °С

Из представленных данных на рисунке 3 видно, что структура керамической матрицы поликристаллическая, текстура неоднородная, представлена зернами различной формы, согласно рентгенофазовому анализу в основном анортитовой фазы. Структура сформировавшейся во время обжига самоглазующейся поверхности образца более однородная и ровная, хотя имеются небольшое количество пор и включения зерен.

Структура неглазуемого образца имеет шероховатости, которые усиливают трение. Установлено, что щелочная добавка в керамическую массу снижает температуру спекания образца, образует стекловидный слой, выравнивает и «залечивает» поверхности открытых пор, образуя в поровом пространстве скопление мелких кристаллов предположительно анортитовой природы. Использование

эффекта самоглазурирования позволило получить керамические материалы с шероховатостью поверхности (средним отклонением профиля  $R_a$ ) 3,2 нм, коэффициентом трения 0,24 и микротвердостью 10800 МПа, которые можно рекомендовать для эксплуатации в условиях истирающих нагрузок.

### Литература

1. Белый, А. В. Структура и методы формирования износостойких поверхностных слоев [Текст] / А. В. Белый, Г. Д. Карпенко, Н. К. Мышкин. – М. : Машиностроение, 1991. – 208 с.
2. Современная оксидная керамика и области ее применения [Текст] / Е. С. Лукин, Н. А. Попова, Н. А. Макаров [и др.] // Конструкции из композиционных материалов. – 2007. – № 1. – С. 3–13.
3. Алисин, В. В. Влияние химического состава и условий синтеза наноструктурированных кристаллов частично стабилизированного диоксида циркония на трибологические характеристики [Текст] / В. В. Алисин, М. А. Борик, А. В. Кулебякин, Е. Е. Ломонова // Керамика и композиционные материалы: доклады VI Всероссийской научной конференции, Сыктывкар, 25–28 июня 2007 г. – Сыктывкар, 2007. – С. 349–350.
4. Меркин, А. П. Производство самоглазурирующихся керамических плиток [Текст] / А. П. Меркин, Н. А. Николаенко, М. А. Шенкао // Стекло и керамика. – 1991. – № 3. – С. 11–12.
5. Меркин, А. П. Самоглазурирующиеся керамические плитки на основе кислых вулканических стекол [Текст] / А. П. Меркин, В. И. Наназшвили // Стекло и керамика. – 1987. – № 12. – С. 18–19.

**Е.М. Дятлова, О.А. Сергиевич, И.А. Алексеенко** –  
Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет», г. Минск, Республика Беларусь  
E-mail: [keramika@belstu.by](mailto:keramika@belstu.by)