

**Таблица – Сравнительная характеристика разработанного цемента
с импортными аналогами**

Наименование цемента	Прочность при сжатии, МПа		Рабочее время, мин	Время оконча- тельного отверждения, ч
	в 3-х суток- ном возрасте	в 28-ми суток- ном возрасте		
«Рутсил»	35	64	7-10	4-6
Триоксидент	13	30	10	24
ProRoot MTA	35	65	4-5	4-6

Сравнение физико-механических характеристик полученного цемента с импортными аналогами (таблица) показало, что он находится на уровне лучшего зарубежного материала ProRoot MTA, однако за счет модифицирования «Рутсил» удалось увеличить рабочее время на 5 минут, что является более удобным при его применении. Выпуск данного цемента позволит расширить линейку отечественных стоматологических материалов, производимых в ОАО «ГИАП», г. Гродно, что обеспечит импортозамещение.

ЛИТЕРАТУРА

1 Григорьянц, Л.А. Использование новых технологий и пломбирочного материала МТА в хирургической эндодонтии / Л.А. Григорьянц // Новости Dentsply. – 2004. – № 10. – С. 50–52.

2 Николишин, А.К. Материалы для постоянного пломбирования (обтурации) корневых каналов / А.К. Николишин, С.И. Геранин // Материалы в стоматологии, – 2010. – №1. – С. 60–61.

3 Tanomaru-Filho, M. In vitro antimicrobial activity of endodontic sealers, MTA-based cements and Portland cements / M. Tanomaru-Filho // Journal of Oral Science. – 2007. – Vol 49. – № 1. – P. 41–45.

УДК 666.3-13

О.В. Кичкайло, мл. научн. сотр.;

И.А. Левицкий, проф., д-р техн. наук (БГТУ, г. Минск)

ПОЛУЧЕНИЕ ТЕРМОСТОЙКИХ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ИЗДЕЛИЙ ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Производство термостойкой керамики хозяйственно-бытового назначения в Республике Беларусь остается перспективным направлением в связи с наличием производственной базы и сохранением устойчивого спроса на качественные жаростойкие керамические изделия (кофеварки, жаровни для тушения, сковородки и т. п.), которые в настоящее время импортируются небольшими партиями из Нидерландов, Бразилии и других стран. По сравнению с аналогичными видами продукции, изготавливаемыми из алюминия и чугуна, термо-

стойкие керамические изделия являются более конкурентоспособными ввиду безвредности их составов, а также экологической чистоты производства. В Республике Беларусь и странах ближнего зарубежья производство подобных термостойких керамических изделий хозяйственного назначения отсутствует.

Сопоставление литературных данных в области разработки физико-химических основ синтеза и исследований свойств керамических термостойких материалов показывает, что наиболее перспективной для получения указанных хозяйственных изделий является керамика на основе алюмосиликатов лития, отличительной особенностью которых является высокая термостойкость, обусловленная малым термическим коэффициентом линейного расширения (ТКЛР) [1]. Поэтому представляет определенный интерес рассмотрение и экспериментальное исследование литийалюмосиликатной системы и синтез на ее основе малорасширяющихся керамических материалов.

Несмотря на возможность получения материалов на основе рассматриваемой системы из расплавов, в настоящее время более перспективным направлением, позволяющим сократить расход электроэнергии, является синтез литиевой керамики посредством комплексного использования природных и синтетических компонентов путем подготовки керамической массы с последующим формованием изделий и их обжигом при соответствующих температурных и временных параметрах термообработки, при этом смесь исходных компонентов не доводится до полного плавления и спекание происходит, в основном, в твердой фазе в присутствии расплава.

Изучение керамических термостойких материалов на основе литийалюмосиликатной системы проводилось в сечении, ограниченном содержанием оксидов, %: 2,5–12,5 Li_2O ; 12,5–47,5 Al_2O_3 ; 50–80 SiO_2 . В сечении тройной системы $\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ область, ограниченная вышеуказанными пределами, лежит в полях кристаллизации эвкриптита, сподумена, петалита и $\text{Li}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ вдоль линии составов этих кристаллических фаз.

В качестве исходных компонентов использовались просьяновский каолин КС-1 (ТУ У 21-533-2001), огнеупорная глина «Керамик-Веско» (ТУ У 14.2-00282049-003-2007), кварцевый песок марки ВС-050-1 (ГОСТ 22551-77), технический глинозем Г-0 (ГОСТ 30559-98), карбонат лития марки ЛУ-1 (ТУ 6-09-37228-89).

Приготовление опытных масс осуществлялось по шликерной технологии методом совместного мокрого помола всех составляющих до остатка на сите № 0063 К в количестве 1–2 %. Влажность шликера

² — здесь и далее по тексту приведено массовое содержание

после помола составляла 42–45 %. Для обеспечения требуемых литевых характеристик в состав шликера вводился комплексный электролит в количестве 0,53–0,56 % сверх 100 %, включающий кальцинированную соду, жидкое натриевое стекло и углещелочной реагент. Литье изделий производилось в гипсовые формы сливным способом. Сушка полуфабрикатов осуществлялась в естественных условиях до остаточной влажности не более 0,5%. Высушенные изделия подвергались обжигу в электрических печах периодического действия при температурах 1100 и 1200 °С. Выдержка при конечной температуре составляла 1 ч для завершения физико-химических процессов, протекающих при спекании масс.

Синтезированные керамические материалы характеризовались следующими физико-химическими свойствами: водопоглощение – 2,1–31,0 %, открытая пористость – 3,4–41,9 %, кажущаяся плотность – 1350–1900 кг/м³, ТКЛР – от минус $7,2 \cdot 10^{-7}$ до плюс $71,1 \cdot 10^{-7}$ К⁻¹, термостойкость (количество термоциклов (350–20)°С, выдержанных обжигом до появления видимых невооруженным глазом трещин) – более 100 теплосмен.

В результате изучения фазового состава термостойкой керамики установлено, что он представлен твердыми растворами β-сподумена и α-кварца, β-эвкрипитита и α-кварца, а также кристаллами β-сподумена и β-эвкрипитита, муллитом, метасиликатом лития, корундом и кристобалитом. Поля кристаллизации петалита и соединения $\text{Li}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ по сравнению с полями в тройной системе $\text{Li}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ по данным [2] отсутствуют.

Установлена взаимосвязь между фазовым составом и температурным коэффициентом линейного расширения материалов. В изученной области составов наименьшими значениями ТКЛР, равными от $3,9 \cdot 10^{-7}$ до $13,0 \cdot 10^{-7}$ К⁻¹ и от минус $7,2 \cdot 10^{-7}$ до $12,2 \cdot 10^{-7}$ К⁻¹ для температур обжига 1100 и 1200°С соответственно, обладают материалы, содержащие 7,5–10,0 Li₂O; 25–37,5 Al₂O₃; 55,0–65,0 SiO₂.

Снижение ТКЛР керамических образцов до отрицательных значений в данной области обусловлено максимальной кристаллизацией β-эвкрипитита ($\text{Li}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$), отличающегося сильной анизотропией теплового расширения.

Введение оксида лития в количестве 12,5 % способствует образованию метасиликата лития, причем, при содержании 50–60 % SiO₂ основной фазой является β-эвкрипитит, а при 65–75 % SiO₂ – β-сподумен. При этом ТКЛР керамических материалов находится в интервале $(2,1 - 6,2) \cdot 10^{-7}$ К⁻¹.

Повышенные значения ТКЛР отмечаются при содержании оксида лития 2,5 %, количество которого недостаточно для формирования литийалюмосиликатных фаз в больших количествах, а избыток SiO_2 и Al_2O_3 , идет на формирование муллита и α -кварца.

При содержании оксида алюминия 32,5–47,5 % в материалах дополнительно диагностируется корунд, наличие которого объясняется, по-видимому, тем, что Al_2O_3 остается в избытке по сравнению с тем количеством, которое необходимо для образования основных фаз.

В результате проведенного исследования установлена зависимость ТКЛР от химического и фазового состава синтезированной керамики на основе системы $\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$. Полученные данные свидетельствуют о перспективности и целесообразности использования материалов данной системы, что обеспечивает возможность получения термостойких изделий хозяйственно-бытового назначения.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Масленникова, Г. Н. Керамические материалы / Г.Н. Масленникова, Р.А. Мамаладзе, С.О. Мидзуба. – М.: Стройиздат, 1991. – 320 с.
- 2 Диаграммы состояния силикатных систем. Справочник. Тройные силикатные системы / Торопов Н. А., Барзаковский В. П., Лапин В. В. Л.: Наука, 1972. – 448 с.

УДК 621.926

А.С. Дорогоголец, асп., зам. начальника цеха РУП «Белмедпрепараты»;
В.С. Францкевич, доц., канд. техн. наук (БГТУ, г. Минск)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ПРИМЕРЕ ПОМОЛЬНОГО АГРЕГАТА С ПОМОЩЬЮ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Как известно на предприятиях химической отрасли в большом количестве эксплуатируется и закупается импортное оборудование. В то же время, производственные мощности ряда предприятий отрасли не задействованы в полной мере, хотя оборудование, технологии, наличие квалифицированного персонала позволяют разрабатывать и производить технику, соответствующую требуемым стандартам.

До недавнего времени изучение поведения газожидкостных систем было ограничено экспериментальными методами, но в связи с быстрым ростом производительности компьютерных систем стало возможным анализировать и рассчитывать подобные процессы даже на персональных компьютерах.

Вычислительная гидродинамика используется во многих отраслях промышленности, таких как, автомобильная, аэрокосмическая, энергетическая. Теплообменное оборудование, вентиляция и конди-