

видов стеклобоя на физико-химические свойства и фазовый состав изделий. Выявлены наиболее оптимальные соотношения компонентов комплексного плавня. Экспериментально установлена эффективность частичной замены дорогостоящей стеклофриты на стеклобой в составах масс.

Summary

Article present the results of the investigation of possibility of separate kinds of cullet using in the compositions of vitrified ware ceramic masses of low-temperature firing (1000-1050 °C) for house hold assignment influence of different kinds of cullet on physical and chemical properties and phase composition of products are investigated. The optimal ration of components complex flux is revealed. The efficiency of partial replacement of the expensive glass frit to cullet in the masse composition is experimentally established.

УДК 666.613:666.738

КЕРАМИЧЕСКИЕ МАССЫ ДЛЯ БЫТОВЫХ ИЗДЕЛИЙ ПОВЫШЕННОЙ ТЕРМОСТОЙКОСТИ

И.А. Левицкий, О.В. Кичкайло

*Учреждение образования «Белорусский
государственный технологический университет»*

Современной тенденцией мирового рынка является повышенный спрос на термостойкие керамические изделия бытового назначения для приготовления пищи на любых источниках нагрева, включая открытый огонь газовых плит. В связи с этим большой интерес для керамической промышленности представляет разработка научно-обоснованных теоретических и технологических основ получения термостойких керамических материалов, способных работать в условиях резких температурных перепадов, сохраняя при этом высокие показатели механических свойств.

По сравнению с аналогичными видами продукции, изготавливаемыми из алюминия и чугуна, термостойкие керамические изделия являются более конкурентоспособными ввиду безвредности их составов, а также экологической чистоты производства. Данная разработка является особенно актуальной в связи с увеличением 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. В Республике Беларусь и странах ближнего зарубежья производство подобных термостойких керамических изделий хозяйственного назначения отсутствует.

Проблемами синтеза и улучшения свойств термостойких материалов занимаются многие научные центры ведущих стран мира – Японии, США, России.

Термостойкость – сложное свойство, зависящее от очень многих факторов, главным из которых является температурный коэффициент линейного расширения (ТКЛР) материала. Регулируя размер кристаллов, состав и взаимное распределение кристаллической и стекловидной фаз, размер и конфигурацию пор, используя сочетание различных физико-химических методов и технологических приемов, можно в значительной степени влиять на величину термических напряжений, возникающих в керамике при температурных перепадах, т. е. на термостойкость [1]. В итоге повышается срок службы керамики, работающей в условиях циклической смены температур.

Регулируя заданный химический состав исходных компонентов и режимы синтеза, можно получить рациональное сочетание необходимых кристаллических фаз и стеклофазы. Использование различных технологических факторов позволяет создать тре-

бруемую текстуру материала, которая в совокупности с микроструктурой обеспечит высокую термостойкость [1].

На основании литературных данных по составам и свойствам керамических материалов, а также исходя из кристаллических фаз, образующихся в них, для получения термостойкой керамики хозяйственного назначения выбрана система $\text{Li}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$.

На основе литийалюмосиликатной системы получены керамические материалы с низким ТКЛР: от $-6 \cdot 10^{-7}$ до $+9 \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$, что обуславливает их высокую термостойкость. В этой системе кристаллизуются эвкрипит ($\text{Li}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$), сподумен ($\text{Li}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2$) и петалит ($\text{Li}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 8\text{SiO}_2$), обладающие при 1200°C следующими температурными коэффициентами линейного расширения: $-90 \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$, $+9 \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ и $+3 \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ соответственно [2]. Материалы, синтезированные на основе этих фаз, имеют исключительно высокую термостойкость. Пористая керамика выдерживает перепад температур выше 1000°C (у плотной керамики несколько ниже). Изготавливают ее как из природных материалов, главным образом из сподумена, так и на основе технического углекислого лития, кремнезема и глины. Температура обжига изделий составляет $1200-1250^\circ \text{C}$ [3].

Несмотря на то, что данная система достаточно изучена и составы на ее основе используются в производстве технической керамики, до настоящего времени не выпускается универсальная керамическая посуда, предназначенная для приготовления пищи на любых источниках нагрева: открытый огонь, электроплита, духовой шкаф, печь СВЧ и т. д.

Исследования по синтезу составов масс, применяемых для изготовления изделий методом шликерного литья, проводились на основе широкой области составов литийалюмосиликатной системы в полях кристаллизации эвкрипитита, сподумена и петалита вдоль линии составов этих кристаллических фаз, содержащих, мас. %: Li_2O 5–10, Al_2O_3 12,5–45, SiO_2 50–80.

Для исследований выбрана система компонентов: глинистая составляющая – каолин – песок кварцевый – технический карбонат лития – глинозем технический.

Использование в составах масс каолина Просяновского месторождения (Украина) придает керамическому шликеру необходимый комплекс литьевых и технологических свойств, а также стимулирует процессы образования требуемых кристаллических фаз. Для расширения интервала спекания масс применялась огнеупорная глина "Керамик-Веско" (Украина). Вводимый в состав масс карбонат лития оказывает определяющее влияние на формирование требуемого фазового состава материалов. Наряду с Li_2CO_3 для обеспечения заданного фазового состава термостойких керамических изделий и их эксплуатационных свойств (термостойкости, механической прочности) применялся кварцевый песок и глинозем.

Изготовление изделий осуществлялось по традиционной шликерной технологии методом совместного мокрого помола всех составляющих до остатка на сите № 0063 в количестве 1–2 %. Влажность шликера составляла 42–45 %. Текучесть шликера после выстаивания в течение 30 с составляла 7,4–8,6 с, а после выстаивания в течение 30 мин 12,4–14 с. Коэффициент загустеваемости для оптимальных составов масс находился в интервале 1,62–1,67. Для обеспечения требуемых литьевых характеристик в состав шликера вводился комплексный электролит, включающий кальцинированную соду, жидкое натриевое стекло и углещелочной реагент. Количество электролита составляло 0,53–0,56 % сверх 100 %. Литье изделий производилось в гипсовые формы сливным способом. Высушенные образцы подвергались обжигу в электрической печи при температурах $1100-1200^\circ \text{C}$ с выдержкой при конечной температуре в течение 1 ч.

В ходе эксперимента был установлен факт негативного разрушающего воздействия карбоната лития на гипсовые формы, что выражалось в вырывании и прилипанию кусков гипса к поверхности отливаемых полуфабрикатов. В связи с этим проведена предварительная термообработка (1000°C) смеси карбоната лития и кварцевого песка, ко-

торая способствует связыванию реакционно-активных соединений лития в кристаллические фазы, не оказывающие данного негативного воздействия. Такими фазами являются метасиликат и ортосиликат лития, формирующиеся в интервале температур 900–1000° С при сплавлении карбоната лития и кварцевого песка, что подтверждают данные литературы [4].

Исследования основных физико-химических свойств показали, что ТКЛР образцов изменяется в интервале $(2,5-23,1) \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$. Значения водопоглощения в зависимости от состава колеблются от 4 до 23 %.

Рентгенофазовым анализом установлено, что основной кристаллической фазой является β -сподумен. Получение этой фазы наиболее целесообразно, так как именно она имеет низкое значение ТКЛР, что обеспечивает высокую термостойкость и механическую прочность изделий.

Для изучения процессов, протекающих при нагревании массы, выполнен дифференциально-термический анализ на дериватографе Q-1500 Д. Эндозффект в интервале температур 70–180° С с минимумом при 125° С отвечает выделению гигроскопической влаги. Эндозффекты при 405–510° С и 550–620° С связаны с выделением конституционной воды и разрушением структуры глинистых составляющих. Минимум третьего эндотермического эффекта при 720° С характеризует процесс диссоциации углекислого лития. При температуре 1050° С наблюдается экзотермический эффект, связанный с образованием β -сподуменной кристаллической фазы. При всех эндотермических эффектах отмечается суммарная потеря массы, составляющая 16,5 %.

Керамические массы для получения термостойкой посуды для приготовления пищи с использованием любых источников нагрева апробированы на ОАО "Белхудожкерамика".

Изделия, изготовленные из данных масс, имеют высокую пористость и, как следствие, водопоглощение в пределах 16–20 %, поэтому термостойкая посуда должна иметь поверхностное покрытие, обладающее близким к материалу изделий свойством по термическому расширению с обеспечением водонепроницаемости посуды.

С другой стороны, термостойкость керамических изделий обусловлена низкими (менее $20 \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$) температурными коэффициентами линейного расширения составов, из которых они изготовлены. В настоящее время отсутствуют качественные покрытия (глазури, ангобы и т. д.), которые имели бы такие же невысокие значения ТКЛР. В силу этого при нанесении их на керамическую термостойкую посуду и в процессе эксплуатации происходит отслаивание покрытий.

Эти обстоятельства во многом определяют отсутствие керамической посуды для приготовления пищи на источниках нагрева, сопровождаемого термоударом. Выпускаемая керамическая посуда, используемая для приготовления пищи с равномерным (без термоудара) нагревом (например, в духовых шкафах) имеет еще один недостаток – пригорание пищи к глазурованным поверхностям.

Указанный недостаток может быть устранен при декорировании керамической посуды фторопластовыми антипригарными композициями. Благодаря пористости керамических изделий обеспечивается высокая адгезия таких антипригарных покрытий поверхностью керамического черепка посуды.

Изделия прошли необходимые испытания, получено положительное заключение Минздрава Республики Беларусь о возможности использования нового вида керамической посуды для приготовления и хранения пищи.

Список использованных источников.

1. Стрелов К. К. Структура и свойства огнеупоров. – М.: Metallургия, 1982. – 208 с.

2. Диаграммы состояния силикатных систем: Справочник / Под ред. В. П. Барзаковского. – Л.: Наука, 1972. – 448 с.
3. Балкевич В. Л. Техническая керамика. – М.: Стройиздат, 1984. – 256 с.
4. Редкие и рассеянные элементы. Химия и технология. В 3-х книгах. Книга I: Учебник для вузов. / Под ред. С. С. Коровина. – М.: МИСИС, 1996. – 376 с.

Аннотация

В статье приведены результаты исследования возможности получения керамических масс для термостойких изделий хозяйственного назначения. Выявлено оптимальное соотношение компонентов шихты, позволяющее получить изделия с высокими показателями эксплуатации в условиях термоудара. Для снижения пористости посуды предложено декорирование ее фторопластовыми антипригарными композициями.

Summary

In article presents the results of investigation of possibility of production of ceramic masses for thermal stable products of house hold assignment. The optimum relation of the batch allowing to receive products high parameters while working at thermal shock condition is revealed. It is offered to decorate ware with fluoroplastic compositions to decrease porosity.

УДК 666.11.01

ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ЦВЕТНЫХ СТЕКОЛ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АЛЮМОСИЛИКАТНОГО СЫРЬЯ БЕЛАРУСИ

И.А. Левицкий, Л.Ф. Папко, О.А. Федорова
учреждение образования «Белорусский
государственный технологический университет»

В настоящее время вопрос использования отечественного сырья стекольной промышленностью весьма актуален. Важнейшим требованием, предъявляемым к стеклам промышленных составов, является снижение их стоимости. Доступность и цена – основные факторы, определяющие выбор сырьевых материалов для производства наиболее массовых видов стеклоизделий – архитектурно-строительного стекла и стекло-тары.

Даже при значительных запасах минерального сырья в России наблюдается тенденция к снижению его качества по содержанию основных компонентов и росту содержания вредных для стекловарения примесей, таких как тугоплавкие минералы, окрашивающие компоненты. Поэтому в последние годы российские исследователи по результатам проведенных работ рекомендовали к использованию в стекольной промышленности более 10 новых месторождений кварцевых песков, несколько видов различных отходов, в том числе отходов гальванических производств [1]. Развитие местных сырьевых баз позволяет достичь значительной экономии в стоимости сырья за счет снижения издержек на транспортные перевозки.

Промышленные стекла массового назначения – листовое стекло различного ассортимента, стеклоблоки, облицовочные материалы, тарное стекло – синтезируются на основе системы $\text{Na}_2\text{O}-\text{MgO}-\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$. При варке стекол применяются следующее природное сырье Республики Беларусь – песок кварцевый, мел, доломит. Алюмо- и щелочесодержащее сырье является привозным.