

результате эксперимента установлено, что для обеспечения наибольшей степени спекания и соответственно водонепроницаемости керамических изделий, наиболее желательной фазой является анортит. Максимальное его количество наблюдается при температуре 1000-1050 °С. Кроме того, для снижения водонепроницаемости необходимо исключить возможность превращения аморфного кремнезема в кристобалит, что достигается путем ввода определенного количества щелочесодержащих добавок.

Проведенные исследования позволили установить, что водопоглощение опытных масс находится в пределах 0,7-5,3 %, пористость – 3,8-9,6 %, плотность – 2600-2850 кг/м³. Значения термического коэффициента линейного расширения исследуемых образцов, обожженных при температуре 980 °С, для оптимальных составов составляют $(57-61,2) \cdot 10^{-7} \text{ К}^{-1}$ и зависят в основном от фазового состава материалов. Образцы характеризуются отсутствием вспучивания, деформации и коробления. Формирование наиболее качественной плотносспекшейся структуры изделий происходит в температурном интервале 1000-1050 °С.

Согласно данным дифференциально-термического анализа керамических масс, в интервале температур 50-200 °С с максимумом при 115-135 °С отмечается эндозффект, обусловленный удалением сорбированной воды глинистыми минералами и межслоевой молекулярной воды монтмориллонита. Потери массы при этом находятся в пределах 1,5-1,8 %. Экзозффект при температуре 310-340 °С вызван выгоранием органических примесей. Второй эндозффект наблюдается в интервале температур 500-600 °С с максимумом при 545-550 °С и сопровождается потерей массы 0,9-1,4 %. Он связан с разрушением кристаллической решетки каолинита, а также с модификационным переходом кварца. Карбонатные примеси глины разлагаются в интервале температур 720-880 °С, что отражается на термограммах в виде эндозффектов с максимумом при 760-850 °С. Потери массы при этом равны 0,6-1,2 %. Эндозффект с максимумом при 760 °С на термограмме массы может быть обусловлен также удалением оставшейся конституционной воды монтмориллонитовой составляющей и свидетельствует о преобладающем содержании в массах алюминиевых монтмориллонитов. Наблюдаемый экзозффект при 920-980 °С связан главным образом с образованием новых кристаллических фаз, преимущественно анортита.

Таким образом, на основании проведенного термического анализа было установлено, что наиболее рациональным режимом обжига изделий является процесс с изотермическими выдержками при температуре 850-860 °С в течение 30-35 мин. Это обеспечит полное удаление карбонатных составляющих.

Разработанные составы масс соответствуют всем санитарным правилам и нормам и являются безогасными для получения хозяйственных изделий на их основе.

Синтезированные керамические массы прошли апробацию в условиях ОАО «Белхудожкерамика».

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА СВОЙСТВА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

С.Л. Радченко
Научный руководитель – Е.М. Дятлова
УО «Белорусский государственный
технологический университет»

Применение теплоизоляционных материалов снижает материалоемкость теплотехнических установок, экономит топливо и энергию, способствует интенсификации тепловых процессов.

Проведение большого количества экспериментальных работ показало возможность и целесообразность получения таких материалов на основе белорусского природного сырья и топливных ресурсов, что позволит сократить импорт аналогичных изделий из стран СНГ.

Керамическую матрицу образцов составили тугоплавкие глины белорусских месторождений («Туровское», «Городное») и огнеупорный наполнитель. В качестве наполнителя возможно использование как белорусского каолина, так и шамота алюмосиликатного (боя огнеупорных изделий). Установлено, что введение в шихту 10% (здесь и далее по тексту мас %) огнеупорной глины улучшает технологические свойства массы и повышает температуру эксплуатации разрабатываемых материалов. Создание пористой структуры образцов осуществлялось с использованием таких выгорающих добавок как торф, лигнин, сагропель, кокс, уголь, опилки древесные. Основные технологические характеристики материалов зависят от вида выгорающего компонента и

находятся в довольно широком диапазоне значений: кажущаяся плотность от 460 до 1580 кг/м³, коэффициент теплопроводности от 0,45 до 0,85 Вт/м·К, механическая прочность при сжатии от 2 до 26 МПа. Свойства оптимальных составов синтезированных легковесов соответствуют требованиям нормативно-технической документации.

Целью данной работы является исследование влияния некоторых технологических параметров: гранулометрического состава выгорающих добавок (серия №1) и огнеупорного наполнителя (серия №2), а также температурного режима обжига на основные свойства теплоизоляционных керамических материалов.

Массу для изготовления опытных образцов пластическим способом формования готовили по традиционной технологии с преимущественно сухой подготовкой сырьевых материалов, хотя допускается и использование сырья с природной влажностью при условии его хорошей переработки.

Составы серии №1 содержали лигнин и сапропель различных фракций: 0–0,5; 0,5–1; 1–2 мм. При этом шамот просеивался через сито №2.

Вторая серия составов содержала шамот с непрерывно изменяющимся размером частиц фракции: 0–1; 0–2; 0–3 мм. При этом выгорающие добавки просеивались через сито №1, глина в обоих случаях – через сито №1.

Отформованные образцы высушивались и обжигались при температурах 1050 – 1150°C. Подъем температуры осуществлялся со скоростью 200° в час, изотермические выдержки в течение 1 часа проводились при температуре 400°C (выгорание органики) и конечной температуре синтеза.

Проведенный эксперимент показал, что с ростом температуры обжига кажущаяся плотность, коэффициент теплопроводности и предел механической прочности при сжатии увеличиваются и для материалов, содержащих, например, 25% сапропеля составляют соответственно: (1190 – 1350) кг/м³, (0,54 – 0,7) Вт/м·К, (14 – 17,5) МПа.

С увеличением размера фракции выгорающей добавки кажущаяся плотность образцов несколько возрастает и находится в пределах от 1200 до 1250 кг/м³ (для составов с сапропелем) и от 850 до 930 кг/м³ (для составов с лигнином); коэффициент теплопроводности изменяется от 0,51 до 0,71 и от 0,47 до 0,6 Вт/м·К; предел механической прочности при сжатии уменьшается от 17,8 до 14,5 МПа и от 5,2 до 3,5 МПа соответственно.

Полученные результаты можно объяснить, видимо, следующим. Теплопроводность пор аддитивна собственно теплопроводности газа, конвективной теплопроводности и теплопроводности излучения /1/. Конвективную составляющую рассматривают в том случае, когда объем пор достаточно велик и составляет от одного до нескольких миллиметров. С увеличением размеров пор и превращением их в открытые каналы теплозащитные свойства ухудшаются. Кроме того, крупнопористая структура обуславливает анизотропию свойств теплопроводности и прочности, что также нежелательно.

Поры концентрируют напряжения, но и экранируют часть материала от напряжений. Материал, непосредственно расположенный над порой или под порой, испытывает гораздо меньшее напряжение, чем остальной материал, но материал между порами при этом будет испытывать повышенное напряжение. Концентрация и экранизация напряжений определяются структурой и в большей степени характерны для крупных пор. Крупные поры более резко снижают прочность, чем мелкие /2/. Следовательно, максимально возможное уменьшение размера пор способствует увеличению механической прочности и понижению коэффициента теплопроводности.

Общая пористость исследуемых теплоизоляционных материалов складывается из межзерновой и внутризерновой пористости. Объем межзерновой пористости (пустотности) зависит от гранулометрического состава сырьевых компонентов. Чем однороднее по размерам зерна, тем выше пустотность. Полифракционные зернистые материалы характеризуются более плотной упаковкой /1,3/. Увеличение размера фракции вводимого в шихту шамота способствует образованию такой упаковки и, как следствие, приводит к повышению плотности сырца и обожженного образца. Кроме того, крупные слепшиеся зерна шамота не участвуют в образовании пористой структуры. Вышесказанное подтверждается результатами проведенных исследований. Так, с ростом размера частиц шамота кажущаяся плотность синтезированных образцов несколько возрастает и находится в пределах от 1200 до 1260 кг/м³ (для составов с сапропелем) и от 840 до 940 кг/м³ (для составов с лигнином); коэффициент теплопроводности увеличивается от 0,5 до 0,7 и от 0,48 до 0,62 Вт/м·К; предел механической прочности при сжатии изменяется от 15 до 17,5 МПа и от 3,5 до 5 МПа соответственно.

Таким образом установлено, что гранулометрический состав как выгорающих добавок, так и огнеупорного наполнителя (шамота), оказывает определенное влияние на структуру теплоизо-

ляционных керамических тугоплавких материалов (размер пор, пустотность), а следовательно и на их технологические характеристики, что необходимо учитывать при подготовке шихты.

Литература.

1. Горлов Ю. П. Технология теплоизоляционных и акустических материалов и изделий. – М.: Высшая школа, 1989. – 384 с.
2. Стрелов К. К. Структура и свойства огнеупоров. – М. Металлургия, 1982. – 208 с.
3. Зерновой состав полидисперсных глиняных смесей и плотность их упаковки. Логинов В. М., Неклюдова Т. Л., Титова Н. В., Власов А. С. // Стекло и керамика. – 1987. – № 8. – С. 18 – 19

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЛЕГКОПЛАВКОЙ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ ГЛАЗУРИ

О. В. Кичкайло

*Научный руководитель – И. А. Левицкий
УО "Белорусский государственный
технологический университет"*

В настоящее время все большее значение придается утонченному декору художественной керамики. Одним из таких способов декорирования керамических изделий является применение макрокристаллических глазурей. Кристаллическими глазурями называются легкоплавкие стекла, нанесенные на керамическую подложку, которые во время обжига частично кристаллизуются, образуя кристаллы различных соединений, размеров и морфологии. Макрокристаллические глазури причисляются к наиболее благородным видам декора. Оригинальность эффекта достигается тем, что в прозрачной основной глазури выделяются кристаллические образования различной формы и окраски, размер которых может достигать нескольких миллиметров и даже сантиметров.

Все известные составы кристаллических глазурей требуют значительной продолжительности процессов термообработки (16–24 ч), проводимых по специальным режимам выдержки при нагреве и охлаждении, а также характеризуются высокой температурой обжига, что ограничивает широкое использование покрытий.

Целью исследований является разработка легкоплавких нефритованных макрокристаллических глазурей, обжигаемых по сокращенному режиму, с целью значительной экономии топливно-энергетических ресурсов. В качестве базы для исследования была выбрана система, включающая следующие компоненты: свинцовый глет – кварцевый песок – глинозем – мел – оксид хрома – огнеупорная глина с добавкой в качестве небольших количеств минерализатора диоксида титана (1–2 мас. %). Применение данной системы, характеризующейся повышенным содержанием оксида свинца (50–65 мас. %), обеспечивает получение легкоплавких нефритованных глазурей при сниженных температурных режимах ($900 \pm 20^\circ \text{C}$). Оксид хрома вводится как окрашивающий компонент для получения покрытия красно-оранжевого цвета за счет наличия иона Cr^{6+} , что предполагается достигнуть путем перевода Cr^{3+} в Cr^{6+} благодаря процессам окисления, происходящим в глазурной шихте при ее термообработке. Введение Cr_2O_3 и PbO необходимо для образования основной кристаллической фазы – ортохромата свинца $\text{PbCrO}_4 \cdot \text{PbO}$.

Интенсификация процесса кристаллизации обеспечивалась добавкой различных количеств оксидов щелочно-земельных металлов, преимущественно CaO .

Сырые глазури готовились путем совместного мокрого помола всех составляющих в шаровой мельнице при влажности $38 \pm 1\%$. В качестве мельничной добавки вводилась огнеупорная глина "Гранитик-Веско". Продолжительность помола составляла 20 мин. Соотношение мелющих тел и материала – 1:1,4. Помол материалов осуществлялся до остатка на сите № 0063 не более 0,2–0,3 %.

Глазурные суспензии наносились методом полива слоем значительной толщины (1,5–2 мм).

В качестве керамической основы при синтезе кристаллических глазурей использовались изделия на основе глины месторождения "Гайдуковка" (Минская область), обожженные при температуре утильного обжига $920\text{--}950^\circ \text{C}$. Водопоглощение образцов составляет 14–20 %, температурный коэффициент линейного расширения (ТКЛР) керамической основы составляет $(5,75\text{--}6,78) \times 10^{-5} \text{K}^{-1}$.