

ПОЛУЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ РАЗЛИЧНЫХ ГЛИНИСТЫХ СЫРЬЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Современные теплоизоляционные материалы, характеризующиеся невысокой теплопроводностью и значительной пористостью, широко используются для тепловой изоляции ограждающих конструкций зданий, технологического оборудования и различных теплотехнических установок (сушилок, печей, холодильных камер и т. д.). Их применение обеспечивает достижение высоких технико-экономических показателей и способствует существенному снижению расхода основных строительных материалов и, что более важно, топливно-энергетических ресурсов.

Использование новых эффективных теплоизоляционных материалов в строительстве приводит к улучшению комфорта в жилых и промышленных помещениях, а также снижает себестоимость возведения строительных конструкций за счет уменьшения нагрузки на фундамент и, следовательно, снижает уровень затрат на него. Широкое распространение среди различных видов теплоизоляционных материалов, в особенности, применяющиеся в ограждениях тепловых агрегатов, получили керамические алюмосиликатные изделия.

Высокие теплоизоляционные характеристики подобных материалов обеспечиваются низкой теплопроводностью (около 0,174 Вт/(м·К)) и высокой пористостью (более 45 %), что достигается рациональным сочетанием целого ряда факторов: химическим, фазовым и гранулометрическим составом исходных компонентов масс и конечного продукта; размером, количеством и взаимным распределением пор и присутствующих в материале кристаллических фаз. В керамической технологии традиционно применяют различные методы поризации структуры: вспучивание, введение выгорающих добавок, использование азрирования, пенообразования или химического газообразования и другие.

Анализ литературных данных показывает, что применение шликерной технологии с использованием пенообразователей позволяет получать материалы, характеризующиеся высокой пористостью (до 85 %), равномерной ячеистой структурой, и как следствие обладающие вы-

сокими шумо- и теплоизоляционными свойствами. Ранее проведенные исследования позволили установить, что для получения пористой ячеистой структуры материала могут использоваться пенообразователи для тушения пожаров с истекшим сроком годности. Согласно данным Научно-исследовательского института пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций, ежегодно в Республике Беларусь образуется порядка 70–100 т пенообразователей, у которых показатели качества не соответствуют требованиям ТНПА.

В данной работе при синтезе керамических теплоизоляционных материалов использовались огнеупорные (каолин «Дедовка» или «Ситница», глина «Веселовского месторождения») и тугоплавкие глинистые материалы (глина «Городок», «Городное»), а также различные отощители. В качестве отощающих добавок при синтезе использовались кварцевый песок Гомельского ГОКа, дегидратированная глина «Городное», гранитоидные отсева, шамот алюмосиликатный.

Первая серия составов разрабатывалась на основе следующих компонентов: глина «Керамик-Веско», алюмосиликатный шамот и обогащенный каолин «Дедовка».

Составы второй серии получали на основе местного тугоплавкого глинистого сырья месторождений «Городок» или «Городное» с введением отощающих добавок.

Для создания ячеистой структуры использовался пенообразователь «Барьер-пленкообразующий», применяющийся для получения пены при тушении пожаров отдельных видов горючих жидкостей (спирты, альдегиды, кетоны и др.). Указанный пенообразователь представляет собой водный раствор поверхностно-активных веществ (ПАВ), который используется для получения воздушно-механической пены. Основные свойства пенообразователя и пены, полученной из него методом диспергирования свидетельствуют о возможности использования пенообразователя «Барьер-пленкообразующий» с истекшим сроком годности при получении поризованной керамики.

В качестве крепителей пеномассы использовались портландцемент М400 и гипсовое вяжущее марки Г-5 в количестве 10–20 % (сверх 100 %). Указанные крепители за счет активного поглощения влаги при гидратации способствовали упрочнению отлитого полуфабриката, ускорению процессов сушки, а также обеспечивали четкость граней и углов при распалубке полуфабриката.

Теплоизоляционные материалы получали по шликерной технологии. Предварительно подготовленные сырьевые компоненты смешивались в необходимых соотношениях, затем добавлялась вода до влажности

шликера 40–50 %. Полученная суспензия тщательно гомогенизировалась. Отдельно готовилась пена методом диспергирования пенообразователя в лабораторной мешалке, а затем вводилась в шликер. Приготовленная суспензия характеризовалась следующими технологическими параметрами: влажность – 64,5 %, водородный показатель – 11,3; текучесть через 30 с после выстаивания – 7 с. При постоянном перемешивании добавлялся мездровый клей, а затем крепители.

Формование полуфабриката осуществлялось методом литья приготовленного шликера в специальные формы, в которых изделия подвяливались до остаточной влажности 15–18 %. Сушка отливок производилась в форме в электрическом сушильном шкафу SNOL 58/350 при температуре 100–110 °С до влажности 1,5–2,0 %. Обжиг изделий осуществлялся в электрической печи SNOL 6,7/1300 в интервале температур 1100–1300 °С в зависимости от химико-минералогического состава массы. Средняя скорость подъема температуры составляла 250 °С/ч, выдержка при максимальной температуре – 1 ч.

Материалы, полученные на основе составов первой серии, характеризовались следующими физико-техническими свойствами: водопоглощение 61–72 %, кажущаяся плотность 540–980 кг/м³, общая пористость 61,4–75,0 %, прочность при сжатии 1,35–2,8 МПа. Установлено, что с увеличением температуры синтеза от 1200 до 1300 °С закономерно уменьшаются водопоглощение и открытая пористость на 3,5–6,0 % и 2,0–3,2 % соответственно. Кажущаяся плотность при этом повышается на 2,0–2,7 %. В большей степени температура синтеза оказывает влияние на показатели механической прочности при сжатии, значения которых увеличиваются на 15–25 % при повышении температуры от 1200 до 1300 °С.

Повышение температуры обжига способствует интенсификации процессов спекания за счет увеличения количества эвтектического расплава, в котором частично растворяются зерна твердых частиц. При этом происходит их сближение и перемещение жидкости в промежутки между зернами, вследствие чего поры (пустоты) заполняются жидкой фазой, что и приводит к уменьшению водопоглощения, открытой пористости и увеличению кажущейся плотности и механической прочности.

Коэффициент теплопроводности исследуемых материалов, определенный с помощью измерителя теплопроводности марки ИТ-λ-400, составляет 0,14–0,35 Вт/(м·К), что соответствует требованиям, предъявляемым к промышленным шамотным легковесным материалам. Теплоизоляционные материалы, синтезированные на основе второй

серии составов при температурах 1100–1300 °С, характеризовались следующими свойствами: водопоглощение 61–73 %, кажущаяся плотность 202–1074 кг/м³, общая пористость 59–92 %, прочность при сжатии 0,4–2,8 МПа. Установлено, что с увеличением температуры обжига закономерно уменьшаются водопоглощение и открытая пористость на 6–12 %. Кажущаяся плотность при этом повышается в среднем в 1,2 раза. Коэффициент теплопроводности полученных материалов составляет 0,12–0,31 Вт/(м · К).

Следует отметить, что при температуре обжига 1150 °С и выше образцы, полученные на основе тугоплавких глин и отошающей добавки (более 50 %) в виде дегидратированной глины, гранитоидных отсеков и кварцевого песка деформировались, поменяли существенно свою форму, цвет, что свидетельствует о пережоге материала и объяснялось увеличением содержания оксидов щелочных и щелочно-земельных металлов, а также соединений железа.

Наилучшими показателями свойств характеризуются теплоизоляционные материалы, синтезированные на основе составов, включающих тугоплавкую глину «Городок» и алюмосиликатный шамот. Отмечается, что во всем интервале температур синтеза (1100–1300 °С) не наблюдается признаков пережога материалов, а образцы обладают необходимым комплексом физико-химических свойств.

Установлено, что введение гипсового вяжущего и портландцемента в составы экспериментальных масс оказывает неодинаковое влияние на прочностные, а также теплофизические характеристики синтезируемой керамики. На кажущуюся плотность, истинную пористость и водопоглощение содержание гипсового вяжущего не оказывает существенного влияния. С увеличением содержания гипса увеличивается механическая прочность при сжатии керамики в 6 раз, однако это приводит к повышению коэффициента теплопроводности материала в 3 раза.

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать вывод о том, что количество гипсового вяжущего марки Г5 и портландцемента М 400 в исходных сырьевых смесях по 15 % (сверх 100 %) является оптимальным.

Проведенные исследования показали целесообразность применения огнеупорного и тугоплавкого глинистого сырья Беларуси, а также отходов пенообразователей для получения теплоизоляционных керамических материалов, что позволит организовать их производство на предприятиях РБ, а также решить проблему утилизации пенообразователей для пожаротушения с истекшим сроком годности.