

УДК 666.321:666.635

Студ. Д. С. Белугин

Науч. рук. ст. преп. к.т.н. Р.Ю. Попов

(кафедра технологии стекла и керамики, БГТУ)

РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ МАСС ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛЕГКОПЛАВКИХ ГЛИН РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Теплоизоляционные материалы характеризуются пористым строением и, как следствие этого, малой плотностью (не более 600 кг/м³), а также низкой теплопроводностью (не более 0,18 Вт/(м·К)). Использование таких материалов позволяет уменьшить толщину и массу стен и других ограждающих конструкций, снизить расход основных конструктивных изделий, фундаментов и, соответственно, снизить стоимость возведения объекта. Основной задачей производства ячеистых теплоизоляционных материалов является получение изделий с наибольшей пористостью при достаточной их прочности и термостойкости. Существует много способов формирования пористой структуры. Они основаны на создании условий, способствующих образованию пор в материале. Наибольшую эффективность и распространенность в технологии керамики получили два метода – выгорающих добавок и пенообразования. Первый не позволяет получать материалы с пористостью более 45 %, второй характеризуется достаточной сложностью осуществления, но позволяет получать керамику с пористостью до 85 % и равномерной ячеистой структурой. Основной проблемой получения изделий, по второму способу является невысокая устойчивость пеномассы. В связи с этим весьма актуальной задачей является разработка составов масс ячеистых керамических теплоизоляционных материалов с высокой пористостью, подбор стабилизирующих добавок, обеспечивающих достаточную устойчивость керамическогошликера. В качестве пенообразователей традиционно применяют поверхностно-активные продукты нефтепереработки и нефтехимического синтеза, а также природные органические вещества (например, канифольное мыло, сапонин), способные образовывать устойчивые пены. В принципе эту функцию могут выполнять пенообразователи для пожаротушения с истекшим сроком годности и не соответствующие по показателям качества требованиям ТНПА. Согласно данным НИИ пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций МЧС РБ ежегодное количество образующихся отходов составляет порядка 70–100 т. Как правило, отходы пенообразователей с биоразлагаемостью менее 80 % подлежат сжиганию в специальных печах

химической промышленности или захоронению на полигонах химических отходов. Биологически «мягкие» отходы с биоразлагаемостью более 80 % допускается сбрасывать в производственные сточные воды при разбавлении водой до требуемых значений ПДК_{пав}, составляющих 20 мг/л, что создает опосредованную опасность для человека и окружающей среды. В тоже время, наличие таких активных компонентов в сточных водах может приводить к необходимости создания более дорогостоящих очистных установок.

Следует отметить, что неостребованные в течение установленного срока годности указанные пенообразователи для пожаротушения, сохраняют вполне приемлемые пенообразующие свойства и могут представлять интерес для получения пористой керамики.

В связи с этим, исследования в области получения эффективных теплоизоляционных материалов, и изделий на основе глинистого сырья Республики Беларусь и отходов пенообразователей для пожаротушения являются актуальными, поскольку направлены на импортозамещение, ресурсо- и энергосбережение, а также утилизацию химически активных отходов.

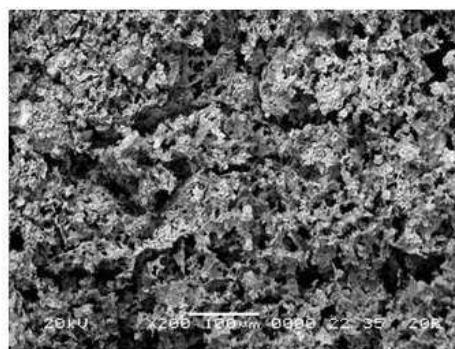
Анализ литературных данных свидетельствует о том, что учеными ведутся активные исследовательские работы в области создания ячеистых теплоизоляционных керамических материалов. Интерес к таким изделиям очевиден и объясняется стремлением создания эффективных конструктивных изделий, позволяющих в значительной степени снизить энергозатраты, увеличить теплоизоляцию агрегатов. Практика показывает, что существует несколько технологий получения пористой текстуры керамических изделий: введение выгорающих добавок и использование пенообразования, либо химического газообразования. При применении первого (выгорающих добавок) возможно использование порошковых и пластических керамических масс, в случае двух других поризация структуры осуществима только при шликерной технологии, предусматривающей применение глинистых суспензий. Указанная технология позволяет получать равномерную ячеистую структуру и обеспечивать высокие эксплуатационные характеристики материалов, чего нельзя достигнуть при методе выгорающих добавок. Теплоизоляционные керамические материалы, полученные по шликерной технологии с использованием пенообразователей, обладают значительной пористостью (более 65–85 %), тем самым обеспечивая высокие теплоизоляционные показатели конструкций. Применение таких материалов в качестве одного из слоев футеровки тепловых агрегатов позволяет снизить потери тепла в окружающую среду от 20 до 70%. При получении ячеистых материалов

традиционно применяются мыло, сапонин и др. компоненты, позволяющие образовывать устойчивые пены. В принципе такую же функцию могут выполнять некоторые отходы, в частности неиспользованные пенообразователи, утратившие свои эксплуатационные характеристики. Наличие таких свойств являются ценными при создании пористой текстуры керамических материалов по шликерной технологии производства. В качестве сырьевых компонентов для изготовления образцов использовались: глина «Заполье», глина «Лукомль», кварцевый песок, отходы керамзитового производства, дегидратированная глина «Заполье», бой кирпича, гипсовое вяжущее марки Г-5, портландцемент М400. Для получения пены использовался пенообразователь для пожаротушения «Барьер-пленкообразующий» с истекшим сроком годности. Получение опытных образцов керамических масс осуществлялось методом шликерного литья. Сухие глинистые компоненты шихты просеивали через сито с сеткой № 05. Отощающие материалы после сушки до постоянной влажности в сушильном шкафу измельчались в фарфоровой ступке до прохождения через сито № 05. Затем, после отмагничивания смешивались с остальными компонентами в соответствии с рецептурой. Пены в лабораторных условиях получались с помощью пропеллерной мешалки. В стакан с водой добавлялось глинистое сырье с отощающим компонентом. После перемешивания в течение 5 мин, в полученную суспензию вводились крепители пен – гипсовое вяжущее марки Г-5 и портландцемент М400 – по 15 % сверх 100 %. Затем добавляли пенообразователь «Барьер-пленкообразующий» в количестве 15 % сверх 100 % (Здесь и далее по тексту приведено массовое содержание, мас. %). Данная смесь взбивалась при помощи пропеллерной мешалки в течение 1 мин. Литье осуществлялось в специальные формы, в которых выполнялась подвялка изделий. Высушивались образцы в естественных условиях, а затем в сушильном шкафу при температуре 70 ± 10 °С до остаточной влажности 1,5–2 %. Обжигались образцы в электрической печи при максимальной температуре 1000, 1050 и 1100 °С. Режим обжига (максимальная температура обжига, скорость подъема и продолжительность выдержки при максимальной температуре) подбирался экспериментальным путем. Средняя скорость подъема температуры составляла 250 °С/ч, выдержка при максимальной температуре – 1 ч.

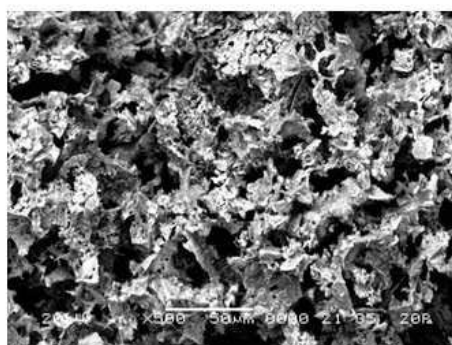
Анализ результатов электронной сканирующей микроскопии позволяет сделать следующие выводы: материал обладает значительной пористостью, форма пор изометричная, поры равномерно распределены по объему материала. Размер пор колеблется в пределах от 500 до 1000 мкм.



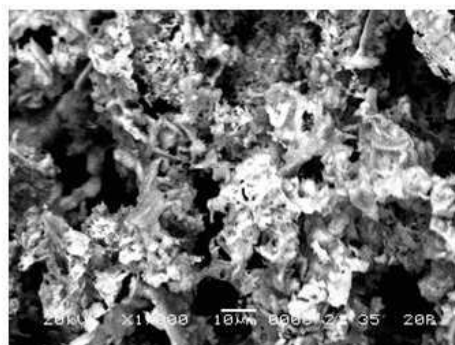
а) (×100)



б) (×200)



в) (×500)



г) (×1000)

Рисунок 1 – Фотографии поверхности излома опытных образцов, обожженных при температуре обжига 1100 °С

Микроструктура образцов поликристаллическая, мелкозернистая, текстура однородная. Зерна α -кварца характеризуются оскольчатой угловатой формой, распределены равномерно. Помимо зерен кварца на микрофотографиях присутствуют примеси железа в виде гематита, наличие которого практически не определяется РФА, что говорит, либо о его малом содержании, либо о незначительных размерах зёрен указанного минерала. С увеличением температуры обжига несколько изменяется окраска материала.

Образцы, полученные на основе оптимального состава обожженного при температуре 1100 °С характеризовались следующими показателями свойств: водопоглощение – 66, 88 %; истинная пористость – 74,31 %; кажущаяся плотность – 691 кг/м³; механическая прочность при сжатии – 2,75 МПа, коэффициент теплопроводности 0,084– 0,1418 Вт/(м·К). Фазовый состав представлен преимущественно муллитом, кварцем и кристобалитом.