

2. Реологические свойства шликера, обработанного бактериями / В.В. Баранов, С.Н. Вайнберг, А.С. Власов и др. // *Стекло и керамика*. – 1985. – № 4. – С. 18–19.

3. Влияние биообработки на технологические свойства шликера и прессовок: Экспресс-информация / А.С. Власов, Ю.В. Ножникова, В.В. Баранов и др. – М., 1985. – С. 3–7. (*Промышленность строительных материалов. Сер. 5. Керамическая промышленность. Вып. 3*).

4. Структурообразование глинистых дисперсий, обработанных силикатными бактериями / С.Н. Вайнберг, А.С. Власов, В.П. Скрипник, Г.З. Комский и др. // *Стекло и керамика*. – 1981. – № 9. – С. 17–19.

5. Биотехнология в керамической промышленности / В.В. Баранов, С.Н. Вайнберг, А.С. Власов и др. // XIV Конференция силикатной промышленности и науки о силикатах. – Будапешт. – Т. 4. – С. 125–130.

6. Баранов В.В. Влияние биообработки керамических масс на свойства и технологию облицовочных плиток: Автореф. дис. ... к-та техн. наук: 05.17.11 / МХТИ им. Д.И. Менделеева. – М. – 1985. – 15 с.

УДК 666.762

Е.М. Дятлова, доцент; С.А. Гайлевич, доцент; С.Л. Радченко, аспирант;
Е.А. Бирюк, ассистент

ПОЛУЧЕНИЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ ПОРИЗАЦИИ

The main properties of thermoinsulating ceramic materials carried out by means of the method of pore formation (foam- and gas formation of faded additives) have been investigated. Sample synthesis has been carried with using of raw materials of the Republic of Belarus.

Производство и применение теплоизоляционных материалов снижает материалоемкость, экономит топливо и способствует интенсификации тепловых процессов.

В Республике Беларусь нет производства тугоплавких и огнеупорных теплоизоляционных материалов, их импортируют из-за рубежа. В связи с этим использование имеющейся сырьевой базы РБ (тугоплавкие глины, каолины, карбонатные породы, недорогие топливные ресурсы) для получения теплоизоляционных материалов технологически оправдано и экономически целесообразно.

Поэтому целью данного исследования является разработка составов масс и процессов получения тугоплавких керамических теплоизоляционных материалов с использованием сырья РБ.

Отличительным свойством теплоизоляционных материалов и изделий является высокая пористость, существенно снижающая их теплопроводность. На теплопроводность большое влияние оказывает вид пористой структуры материала, размер и форма пор. Лучшую теплоизоляционную способность имеют материалы с замкнутыми сферическими порами [1]. С увеличением размеров пор и превращением их в открытые каналы ухудшаются теплозащитные свойства. Поэтому всегда стремятся создавать теплоизоляционные материалы, характеризующиеся равномерно распределенной мелкопористой структурой, для которой направление теплового потока незначительно отражается на изменении теплопроводности материала. Формирование такого типа структуры способствует также повышению прочности высокопористых изделий. В реальных ма-

териалах форма пор в большинстве случаев отличается от сферической, что является причиной анизотропии свойств теплопроводности и прочности.

Для получения теплоизоляционных материалов используют различные способы образования пористой структуры, но наиболее применимы на промышленном уровне способы пено- и газообразования, а также введения выгорающих добавок [2].

Способ пенообразования заключается в смешении поризуемого материала с предварительно полученной пеной, стабилизированные пузырьки которой и представляют собой воздушные поры теплоизоляционного материала. Непосредственно пену получают методом взбивания (интенсивного перемешивания) в лопастных мешалках смеси, состоящей из воды, пенообразователя, активатора пенообразования и стабилизатора пены. В ряде случаев добавляются другие корректирующие добавки.

В данной работе получение пены осуществлялось с использованием пенообразователя ИС-1 (на основе аминала с добавками) и для сравнения – клееканифоляного пенообразователя ПК. В качестве стабилизатора пены применялись сульфат алюминия и десятипроцентный раствор поливинилового спирта (ПВС). Известно, что добавление ПВС в суспензию со стабилизирующей добавкой сульфата алюминия не только снижает плотность пеномассы, но и повышает их агрегативную устойчивость [3].

Нами экспериментально установлено, что пенообразующая способность пенообразователя ИС-1 значительно выше, чем клееканифоляного пенообразователя, а структура пены, полученной с применением ИС-1, более однородная. Поэтому для дальнейших исследований выбран пенообразователь ИС-1.

При изготовлении теплоизоляционных материалов способом химического газообразования в суспензию поризуемой матрицы добавляют вещества, вступающие между собой в химические реакции, сопровождающиеся газовыделением, которое обеспечивает пористую структуру материала. Данный способ поризации нашел широкое применение при изготовлении ячеистых вяжущих материалов (например, бетонов). В керамической же технологии способы химического газообразования используются довольно редко. В представленной работе в качестве наиболее приемлемых, исходя из наличия сырьевой базы, выбраны реакции между карбонатами и кислотами, в результате которых выделяется углекислый газ CO_2 , поризующий керамическую основу. Для реакции газообразования использовались доломит месторождения «Руба» Витебской области и серная кислота. В качестве закрепителя поризуемых масс вводился гипс.

Способ выгорающих добавок основан на введении в шихту и последующем выжигании измельченных горючих твердых материалов или их смесей [4]. Создание пористой структуры осуществлялось с использованием таких выгорающих добавок как торф, лигнин, сапрпель, бурый уголь, кокс каменноугольный, опилки древесные.

В качестве поризуемого материала при получении теплоизоляционных изделий могут применяться различные составляющие, выбор которых определяется конечными свойствами получаемых изделий. В данной работе керамическую матрицу образцов составили тугоплавкие глины месторождений «Городное» и «Туровское» (Брестская область), «Городок» (Гомельская область) и огнеупорный наполнитель. В качестве огнеупорного наполнителя можно использовать как каолин белорусских месторождений, так и шамот алюмосиликатный (бой огнеупорных изделий). С целью повышения температуры эксплуатации разрабатываемых материалов целесообразно введение 10 мас.% огнеупорной глины.

Процесс подготовки пеномассы показал, что увеличение содержания пены в ней приводит к ухудшению качества перемешивания. Увеличение продолжительности пе-

ремешивания позволяет достигнуть гомогенной суспензии, но при этом уменьшается способность отвердевать в пределах установленного технологического времени и снижается прочность отливок. Установлено, что с изменением количества пены меняется макроструктура поризованного материала. Образцы при малом содержании пены имеют ячеистую структуру матричного типа с непрерывной твердой фазой. Поры материала замкнуты и имеют практически сферическую форму (рис. 1, а). По мере увеличения количества пены поры меняют свою геометрию, преобразуясь в неправильные многогранники. Толщина стенок пор уменьшается, т.к. снижается степень связности твердой фазы, при этом наблюдается уменьшение доли пор, представляющих собой замкнутые ячейки. В отдельных составах отмечалось седиментационное расслоение пеномассы, которое привело к снижению пористости в нижней части отливок и сильно развитой пористой структуре в верхней части.

Подготовка масс к вспучиванию при способе газообразования заключалась в тщательном перемешивании сухих компонентов шихты, после чего в смесь добавляли подогретую воду и электролит. Для обеспечения быстрого протекания процесса температура воды должна составлять 40–50°C. Образовавшийся шликер тщательно перемешивался, затем в него вводилось предварительно отмеренное количество концентрированной серной кислоты. Смесь быстро перемешивалась, после чего уже начавшую вспучиваться массу выливали в разборные металлические формы. Основное время газообразования не превышало 5–7 мин, весь же интервал химического взаимодействия компонентов составил около 12–15 мин. В газомассах, так же как и в пеномассах, наблюдался дефект «оседания» отлитого образца по высоте и вследствие этого дифференциация пор по размерам.

Опытные образцы, содержащие выгорающие добавки, формовались пластическим методом. Массу готовили по традиционной технологии с преимущественно сухой подготовкой сырьевых материалов, хотя допускается и использование сырья с природной влажностью. Формовочная влажность определялась в каждом конкретном случае, т.к. она очень зависит от вида и количества вводимой органической добавки. Установлено, что гигроскопичные торф, лигнин и опилки приводят к более значительному повышению формовочной влажности, чем уголь, кокс и сапрпель.

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

Исследование структуры теплоизоляционных материалов, полученных из пеномасс, методом электронной микроскопии показало, что твердая матрица (каркас) характеризуется равномерной зернистой макроструктурой, сочетанием оплавленных зерен светлого цвета, принадлежащих, очевидно, огнеупорному шамоту. Эти зерна сцементированы аморфизированным веществом, представляющим собой затвердевшую стекловидную фазу, образующуюся за счет плавления в процессе обжига легкоплавких составляющих глинистых компонентов, а также образования низкотемпературных эвтектик. На общем фоне матрицы видны поры, которые в большинстве своем имеют сферическую форму и разобцены, т.е. замкнуты (рис. 1, а). Подобная структура наблюдается на снимках, полученных как с внешней поверхности образцов, так и со сколов. Размеры пор весьма разнообразны – от 200–300 мкм до 2–3 мм. В полученных образцах преобладают крупные сферические поры в основном замкнутого типа.

Структура газолегковесов весьма неоднородна, что обычно присуще этим материалам. Пористость образцов значительна, объем пор составляет около 50–70%. В наличии поры как замкнутые, так и сообщающиеся. Конфигурация пор неправильная. Имеет место значительный разброс в размерах пор – от очень мелких сферической формы с диаметром менее 0,05 мкм до крупных вытянутых пор размером до 3,5–4,5 мкм. Распределение пор по высоте образца неравномерно, что подтверждают снимки боковых поверхностей образцов (рис. 1, б).

Изучение структуры образцов с выгорающими добавками показало, что их структура представляет собой прерывистый каркас зернистого строения с микротрещинами и неплотными контактами между зернами. Отчетливо видны зерна шамота (0,05–0,1 мкм), кварца (0,02–0,06 мкм), железистые включения. Средний размер пор от 0,1 до 5 мкм, он сильно зависит от вида вводимого компонента (рис. 1, в). Поры в основном сообщающиеся, реже замкнутые. С повышением температуры спекания между зернами наблюдаются нити или тонкие прослойки стекла. Формирование микротрещиноватой структуры вследствие снижения модуля упругости будет способствовать повышению сопротивления материала к распространению трещин от термонапряжений.

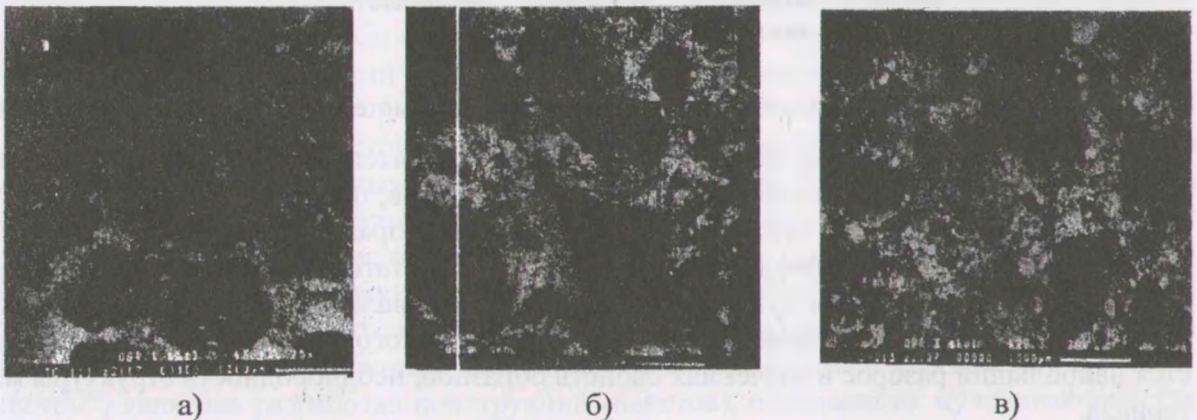


Рис. 1. Электронно-микроскопические снимки теплоизоляционных керамических материалов: а) пеноматериал; б) газоматериал; в) материал с использованием выгорающей добавки (сапропель)

Таблица
Свойства теплоизоляционных материалов, синтезированных разными методами

Наименование свойства	Показатели свойств теплоизоляционных материалов		
	материалы с использованием выгорающих добавок	пеноматериалы	газоматериалы
Пористость общая, %	40,6–81,3	70–80	70–72
Кажущаяся плотность, кг/м ³	460–1580	600–700	700–800
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)	0,45–0,85	0,24–0,32	0,3–0,4
Предел механической прочности при сжатии, МПа	2–26	2,5–3,5	2,6–2,9

Свойства образцов, синтезированных с использованием различных методов поризации, приведены в таблице.

Фазовый состав образцов представлен в основном α -кварцем, анортитом, гематитом.

Гистограммы зависимости свойств синтезированных материалов от метода поризации отображены на рис. 2.



Рис. 2. Гистограммы зависимости свойств синтезированных материалов от метода поризации

Таким образом, метод поризации оказывает значительное влияние на характер пористой структуры материалов. Так, структура образцов, полученных способом пенообразования, представлена замкнутыми сферическими порами, что обуславливает низкий коэффициент теплопроводности. Вместе с тем, достаточно высокие прочностные характеристики и наиболее стабильные свойства материалов характерны для способа введения выгорающих добавок, а для способа химического газообразования наблюдается наибольший разброс в значениях свойств образцов, неоднородность структуры материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горлов Ю.П., Еремин И.Ф., Седунов Б.У. Огнеупорные и теплоизоляционные материалы. – М.: Стройиздат, 1976. – 192 с.
2. Стрелов К.К., Мамыкин П.С. Технология огнеупоров. – М.: Металлургия, 1982. – 208 с.
3. Победа Л.Г., Ткачева И.И. Пенomассы для низкоплотной пенoкварцевой керамики // Журнал прикладной химии. – 1981. – Т.54. – № 11. – С.2412–2415.
4. Химическая технология керамики и огнеупоров / Под общ. ред. П.П. Будникова и Д.Н. Полубояринова. – М.: Изд-во лит-ры по строительству, 1972. – 552 с.