

УДК 666.766:[666.321+614.842.615]

## ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ БЕЗОБЖИГОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ГИПСОВОГО ВЯЖУЩЕГО И УТИЛИЗИРУЕМОГО ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЯ

Дятлова Е.М.<sup>1</sup>, Попов Р.Ю.<sup>1</sup>, Богдан Е.О.<sup>1</sup>, Колонтаева Т.В.<sup>2</sup><sup>1</sup>Белорусский государственный технологический университет  
Минск, Республика Беларусь<sup>2</sup>Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь

Современные теплоизоляционные материалы широко используются для тепловой изоляции ограждающих конструкций зданий, технологического оборудования и различных теплотехнических установок. Их применение обеспечивает достижение высоких технико-экономических показателей и способствует существенному снижению расхода основных строительных материалов и, что наиболее важно, топливно-энергетических ресурсов.

Среди различных теплоизоляционных материалов, получаемых по безобжиговой технологии, особое место занимают поризованные гипсовые материалы. Попытки поризации гипсовых материалов издавна привлекали ученых и производителей строительных материалов из-за доступности вяжущего, его технологичности, экологической чистоты, низких энергозатрат при производстве и целого ряда других положительных качеств [1].

В настоящее время поризованные гипсовые блоки и плиты, изготавливаемые в соответствии с ТУ-5742-021-01667404-01, предназначены для возведения самонесущих внутренних стен и перегородок с сухим и нормальным режимом помещений, а также при устройстве наружных стен в качестве теплозащитного слоя, защищенного от прямого попадания влаги. Стена, выполненная из пеногипсовых блоков, защищенных кирпичной кладкой в 0,5 кирпича, имеет термическое сопротивление 2,18 Вт/(м·°С) и 3,3 Вт/(м·°С) при толщине пеногипса, соответственно, 20 и 40 см.

Возможность производства поризованных гипсовых материалов появилась после разработки в МГСУ (МИСИ) технологии сухой минерализации пены [2]. Суть технологии предельно проста: из раствора поверхностно-активных веществ (ПАВ) непрерывным способом изготавливается пена необходимой кратности, которая минерализуется путем посыпки порошком гипсового вяжущего при одновременном перемешивании.

Гипсовое вяжущее, попадая в жидкую фазу, переводит пену из жидкой в вязкотекучую пену-массу. Длительность процесса составляет не более 1 минуты. Готовая пена непрерывно подается на заливку в формы или на конвейер, где и происходит ее схватывание. Данная технология является единственной, обеспечивающей получение пеногипсовых изделий широкой номенклатуры и различной плотности.

Уникальность технологии заключается в том, что структура материала закладывается на стадии получения пены, показатели которой легко регулируются за счет изменения концентрации ПАВ, кратности пены, вида пеногенератора и условий минерализации. Так изменение соотношения скоростей пенообразования и минерализации позволяет получить структуру пеногипса с замкнутыми порами, что желательно для теплоизоляционных материалов, или с сообщающимися порами, что необходимо для звукопоглощающих материалов.

Для получения пеногипсовых материалов используют, как правило синтетические поверхностно-активные вещества различной природы. Однако представляет интерес исследование возможности получения поризованных гипсовых материалов с использованием пенообразователя для пожаротушения «Барьер-пенообразующий» с истекшим сроком годности.

Указанный пенообразователь представляет собой водный раствор поверхностно-активных веществ и используется для получения воздушно-механической пены при тушении пожаров отдельных видов горючих жидкостей. 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 области обеспечения пожарной безопасности.

Однако невостребованные в течение установленного срока годности указанные пенообразователи для тушения пожаров, сохраняют вполне приемлемые пенообразующие свойства и могут применяться для получения теплоизоляционных материалов. Приведенные ранее исследования пен, полученных с использованием утилизируемого пенообразователя «Барьер-пленкообразующий», свидетельствуют о возможности их применения в данной технологии [3,4].

Следует отметить, что ранее проведенные исследования показали целесообразность использования пенообразователя «Барьер-пленкообразующий» с истекшим сроком годности для получения ячеистых теплоизоляционных материалов на основе полиминерального сырья Республики Беларусь [4].



Образцы пеногипсовых материалов получали по технологии сухой минерализации пены. Для этого готовили пену необходимой кратности, путем тщательного смешения пенообразователя с водой с помощью лабораторной мешалки. Соотношение «вода:пенообразователь» варьировали в пределах (4–5):(1–2). Затем добавляли гипсовое вяжущее марки Г5 при непрерывном тщательном перемешивании. Гипсовое вяжущее, попадая в жидкую фазу, переводит пену из жидкой в вязкотекучую пеномассу. Длительность этого процесса составляет 1–2 минуты. Готовая пеномасса заливалась в специальные формы, где и происходило ее схватывание.

Следует отметить, что в этом случае структура материала закладывалась на стадии получения пены и пеномассы, показатели которой можно регулировать за счет изменения концентрации пенообразователя, кратности пены и других технологических параметров.

Затем образцы подвергали сушке на воздухе, а после – в сушильном шкафу при температуре  $80 \pm 10^\circ\text{C}$ .

Полученные образцы пеногипсовых материалов характеризовались следующими физико-техническими характеристиками: открытая пористость 67,1–82,2 %; кажущаяся плотность 358–513 кг/м<sup>3</sup>; механическая прочность при сжатии 1,5–2,8 МПа.

Установлено, что при увеличении процентного содержания пенообразователя по отношению к воде, водопоглощение и открытая пористость закономерно растут. Это связано с тем, что при повышении содержания пенообразователя увеличивается способность массы вспениваться, образуется более равномерная и высокодисперсная пена, что в конечном итоге дает весьма равномерную пористую структуру, состоящую из пор примерно одинакового размера. Однако это негативно сказывается на прочностных характеристиках такого материала.

На основании проведенных исследований установлено, что оптимальны является состав в котором соотношение «пенообразователь : вода» составляет 2 : 5, поскольку образцы, полученные на его основе, имеют оптимальные показатели открытой пористости (80,3 %) и механической прочности при сжатии (1,7 МПа).

Ввиду того, что полученные материалы характеризуются несокими значениями механической прочности, представляется целесообразным исследовать влияние различных добавок, спо-

собствующих повышению прочностных характеристик образцов.

Как видно из рисунка 1, полученные материалы характеризовались равномерной ячеистой структурой с преимущественно изометрическими пора́ми округлой формы. Причем присутствовали как закрытые, так и открытые сообщающиеся поры.



Рисунок 1 – Снимки с поверхности образцов, выполненные с помощью оптического микроскопа ( $\times 40$ )

Таким образом, в работе показана возможность получения поризованных гипсовых материалов по технологии сухой минерализации пены с использованием пенообразователя «Барбер-пенообразующий» с истекшим сроком годности, подлежащего утилизации.

#### Литература

1. Производство ячеистобетонных изделий: теория и практика / Н.П.Сажнев [и др.]. – Минск: Стринко, 2010. – 464 с.
2. Румянцев, Б.М. Производство и применение пеногипсовых материалов / Б.М. Румянцев, Д.С. Критарасов // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века, 2004. – N 9. – С. 74–76.
3. Теплоизоляционные керамические материалы на основе белорусского каолинового сырья и утилизируемого пенообразователя / Е.М. Дятлова [и др.] // Труды БГТУ. Сер. 2, Химические технологии, биотехнология, геоэкология. – Минск: БГТУ, 2017. – № 1. – С. 75–80.
4. Дятлова, Е.М. Теплоизоляционные керамические материалы на основе огнеупорного и тугоплавкого глинистого сырья Республики Беларусь / Дятлова, Е.М., Попов Р.Ю., Богдан Е.О.// Огнеупоры и техническая керамика, 2018 – № 6. – С. 3–8.