

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ГРАНУЛИРОВАННОГО ПЕНОСТЕКЛА

Б.П. Жих, магистрант; А.П. Кравчук, ст. преподаватель, к.т.н.

А.А. Грищенко, студент; А.А. Бриль, студент

Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь

kravchuk@belstu.by

Пеностекло – теплоизоляционный материал, представляющий собой вспененную стекломассу. Традиционно для его получения используется способность силикатных стекол размягчаться, а в случае наличия газообразователя вспениваться при температуре более 700–800 °С. По мере роста вязкости при охлаждении вспененной стекломассы до комнатной температуры полученный пенный продукт твердеет, приобретая существенную механическую прочность.

В основном пеностекло производится по порошковой технологии: тонкоизмельченное (2–10 мкм) силикатное стекло смешивается с газообразователем (обычно – углеродом), однородная смесь поступает в специальную туннельную печь. В ходе нагрева до 800–900 °С стекло вначале спекается, а затем переходит в вязко-жидкое состояние, а углерод окисляется с образованием газообразных CO₂ и CO, которые и вспенивают стекломассу. Следует отметить также важную роль окислительно-восстановительных процессов взаимодействия углерода с компонентами размягченного стекла, что говорит о достаточной сложности механизма пенообразования [1].

Основные характеристики пеностекла: плотность 150–200 кг/м³, теплопроводность 0,05–0,08 Вт/м·К, предел прочности при сжатии 0,7–3,0 МПа, шумопоглощение – до 56 дБ, диапазон температур эксплуатации: –260–800 °С. Наряду с отличными теплоизоляционными свойствами и полной экологической и гигиенической безопасностью пеностекло имеет высокую морозостойкость, безупрочность, негорючесть, а также способность сохранять эти свойства постоянными в течение длительного времени. Материал устойчив в воде, к кислотам и их парам, не подвержен поражению бактериями и грибами, непроходим для грызунов. Подобного сочетания свойств нет ни у одного из известных теплоизоляционных материалов.

Практика показывает, что не всегда выгодно производить пеностекло в виде блоков (плит). В последнее время резко возрос интерес к гранулированным вспененным материалам (гравий, щебень). За рубежом накоплен опыт использования вспененного гравия «Poraver» и щебня «Schaumglas». Особенно выгодным считается производство мелкогранулированного легкого материала (фракция 1–4 мм), наиболее эффективным с точки зрения теории теплообмена.

Технологический процесс производства гранулированного пеностекла не имеет особых сложностей, напротив, существенно интенсифицируется процесс вспенивания (до 5–20 мин), в большинстве случаев отпадает необходимость отжига. Массовое производство при этом не требовательно к составу стекла и к типу теплотехнических агрегатов. Возможным становится широкое применение природного и техногенного сырья. Успешно решается проблема снижения температуры вспенивания стекла. Имеется ряд публикаций, согласно которым синтез пеностекла осуществляется при температурах порядка 300–500 °С [2, 3].

В целом гранулированное пеностекло несколько уступает по теплоизоляционным характеристикам блочному, однако, обладая существенно меньшей ценой (в среднем в 8–10 раз), пользуется большим спросом при производстве легких бетонов, выполнении теплоизолирующих засыпок, обеспечении звукоизоляции, для термоизоляции оборудования, поглощения электромагнитных волн, в качестве адсорбента и фильтрующей среды.

Ввиду приведенных обстоятельств весьма актуальной является разработка технологии получения высокоэффективных гранулированных теплоизоляционных материалов широкого применения низкотемпературного синтеза.

Альтернативой традиционному пеностеклу может служить вспененный силикатный материал (Си-аэро), технология получения которого разработана в БГТУ. Сущность новой

технологии получения вспененных стекловидных (стеклокристаллических) материалов базируется на следующих принципах:

– в качестве сырья используется не стеклособой и не механическая смесь компонентов, а химические соединения, содержащие в своем составе все необходимые компоненты как для стеклообразования, так и для вспенивания;

– конечный продукт получается путем гидротермального синтеза стекла из силикатов с одновременным вспениванием;

– синтез осуществляется при низких в сравнении с традиционным стекловарением температурах (350–500°C); вспенивание осуществляется при пиропластическом состоянии материала выделяющимися из него парами воды;

– придание водостойкости вспененному материалу достигается за счет ввода в шихту водоупрочняющих добавок;

– вспенивание гранулированного полуфабриката обеспечивает возможность получения на его основе, как блоков, так и щебня и гравия, снижает трудоемкость процесса и энергозатраты.

Таким образом, новый технологический процесс обеспечивает получение гранулированного теплоизоляционного материала по одностадийной технологии, исключающей предварительную варку стекла или использование стеклособой. Это предопределяет применение в качестве основного сырьевого компонента аморфного кремнеземистого сырья, например, диатомитов, трепелов, техногенного кремнезема и др.

Технологический процесс изготовления гранулированного материала с насыпной плотностью 100–200 кг/м³ (в зависимости от размера гранул) включает стадии: сушку, механоактивацию исходного сырья; дозирование, смешение и увлажнение компонентов; получение гидратированных полисиликатов; гранулирование продукта; вспенивание при температуре 350–450°C; классификацию гранул.

Полученный по вышеприведенной технологии продукт характеризуется следующими показателями, обеспечиваемыми высокопористой структурой и силикатной основой: насыпная плотность $\rho=80\text{--}180\text{ кг/м}^3$, водостойкость эффективная $H=0,9\text{--}1,2\text{ мг/см}^3$; прочность на раздавливание $P = 0,4\text{--}1,5\text{ МПа}$; отсутствие запаха и эмиссии вредных веществ; негорючесть (класс НГ); биологическая устойчивость.

Особенностью предлагаемой технологии является преодоление общего недостатка известных пеноматериалов: низкой химической стойкости к воде, особенно горячей. Обеспечена возможность изменения в широких пределах размеров гранул (от 0,5 до 30 мм). По сравнению с пеностеклом материал отличается существенно меньшей температурой вспенивания, отсутствием стадии отжига.

Уникальный комплекс характеристик позволяет применять его в качестве утепляющих и звукоизолирующих засыпок, заполнителей для легких бетонов, теплых и saniрующих штукатурных смесей и кладочных растворов, служить основой для легковесных плит и скорлуп, используемых для термоизоляции оборудования. Перспективно его использование в качестве сорбента и фильтрующей среды.

1. Демидович, Б.К. Пеностекло / Б.К. Демидович. – М.: Гизлегпром, 1957. – 235 с.
2. Малявский, Н.И. Щелочносиликатные утеплители. Свойства и химические основы производства / Н.И. Малявский // Журнал Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева. – 2003. – Т. XLVII, № 4. – с. 39–45.
3. Эйне, И.А. Кремнезит – новый энерго- и ресурсосберегающий строительный материал / И.А. Эйне, Ю.И. Хвастухин // Эко-технологии и ресурсосбережение. – 2000, № 5. – с.13–18.