

И.М. Терещенко, доц., канд. техн. наук;  
И.В. Войтов, д-р техн. наук;  
О.Б. Дормешкин, проф., д-р техн. наук;  
А.П. Кравчук, ст. преп., канд. техн. наук;  
Б.П. Жих, мл. науч. сотр. (БГТУ, г. Минск)

## **ПРОИЗВОДСТВО СТЕКЛОВИДНЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ: СОСТОЯНИЕ, ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ**

Из всех видов теплоизоляционных материалов пеностекло считается эталоном, сочетающим высокие теплоизоляционные свойства с негорючестью, жесткостью, экологической безопасностью и практически неограниченным сроком эксплуатации. Однако данный вид утеплителей так и не стал материалом широкого использования, в силу экономических и технологических причин.

Основными недостатками производства блочного пеностекла, является необходимость тонкого измельчения стеклобоя, вспенивания порошковых смесей, использование форм из жаростойкой стали, применение сортового стеклобоя. Издержки технологии плитного пеностекла обуславливают его стоимость на рынке выше 300 \$/м<sup>3</sup>.

Переход к технологиям получения гранулированного пеностекла существенно снижает производственные издержки, впрочем, недостаточно, для того чтобы конкурировать по цене с доминирующими на рынке волокнистыми и полимерными ТИМ.

В течение длительного периода времени производство гранулированного пеностекла считалось материалосберегающей технологией, так как в этом случае происходит повторное использование очищенного боя стекла. Однако, не следует забывать, что на получение этого боя уже затрачено изрядное количество энергоресурсов, к тому же, это один из самых рециклируемых отходов производств. В развитых странах доля возвращаемого в собственное производство стеклобоя составляет до 80 %, один самых высоких показателей в промышленности. В связи с этим использование стеклобоя в качестве сырья для получения материалов на его основе в настоящее время следует считать не актуальным. Кроме того, рыночная стоимость сортированного стеклобоя составляет около 80 \$/т.

Стеклобой, пригодный для производства гранулированного пеностекла, образуется на предприятиях по переработке бросового стеклобоя, целевой продукцией которых является сортированный по цветам продукт. Фракция же с размером кусков < 5 мм предварительно

отсеивается, поскольку для мелких частиц автоматическое сортирование по окраске не может быть реализовано.

Установлено, что усредненный состав отсевов стеклобоя включает 88–90 % стекла, органические включения – 6–7 %, керамика и камни – 3–4 %, а химический состав стекла близок к типичному составу тарного стекла.

В ходе исследований, проведенных на кафедре стекла и керамики БГТУ, разработаны составы шихт на основе указанных отсевов, которые при одностадийной термообработке при 800 °С формируют вспененные материалы с насыпной плотностью 110–180 кг/м<sup>3</sup> (в зависимости от гранулометрии), теплопроводность – 0,051–0,059 Вт/м•К, прочность на сжатие – 0,6–0,9 МПа. Проведенные технико-экономические расчеты производства гранулированных ТИМ на основе отсевов сортировки стеклобоя из расчета годовой мощности цеха в 50 тыс.м<sup>3</sup>/год показали, что расход сырьевых материалов и топливно-энергетических ресурсов составляет 35–40 руб/м<sup>3</sup>.

Перспективным видом сырьевых материалов, на основе которых возможно получение гранулированного пеностекла, является аморфный природный и техногенный кремнезем. В качестве природного кремнеземистого сырья могут выступать вулканогенные – туфы, перлит, обсидиан или осадочные породы – диатомиты, трепела, опоки и цеолиты. Техногенным сырьем, пригодным для подобной технологии, может быть кремнегель, микрокремнезем, зола уноса ТЭС. На кафедре технологии стекла и керамики в БГТУ в течение длительного периода проводятся исследования в области синтеза новых низкотемпературных материало- и энергосберегающих технологий на основе как природного так и техногенного кремнеземистого сырья по одной универсальной технологии, предусматривающей мокрую подготовку смеси, синтез гидросиликатов и их термообработку. Преимуществом такой технологии является однократная термообработка, в ходе которой проходит остекловывание и вспенивание.

Использование отходов, отсутствие в технологическом процессе энергоемких стадий (сушка, тонкое измельчение), а также низкие температуры вспенивания (350–450 °С) обеспечивают себестоимость продукции в пределах 45–55 \$ за 1 м<sup>3</sup> в зависимости от гранулометрического состава, что в два раза ниже чем у пеностекла. Гранулированные материалы обладают комплексом свойств, близких к традиционному пеностеклу, которое считается эталоном для теплоизоляционных материалов.