



Пеностекло на основе отходов промышленного производства

Пеностекло является одним из наиболее перспективных теплоизоляционных материалов, обладающих целым рядом преимуществ перед другими теплоизоляционными материалами. Оно долговечно, отличается стабильностью физических характеристик во времени, негорюче, влаго- и паронепроницаемо, химически устойчиво, характеризуется малой плотностью, экологически безопасно, не подвергается деструкции.

Одной из проблем производства пеностекла является обеспечение его достаточным количеством стеклобоя, в основном тарного и бутылочного стекла, или специальный синтез исходного стекла на основе дешевого недефицитного сырья. В первом случае речь может идти о небольших объемах выпуска пеностекла, так как стеклобой в подавляющем своем количестве используется в стекольной промышленности в основном производстве в виде возвратного боя и поэтому возможности полного обеспечения стеклобоем предприятий по производству пеностекла ограничены. Помимо этого, пока остается нерешенным и вопрос о централизованном сборе использованной стеклотары.

При больших объемах производства пеностекла наиболее распространенным является специальный синтез стекла и получение на его основе стеклогранулята. В этом случае первоочередным является решение задачи существенного снижения стоимости исходных сырьевых материалов.

Одним из таких дешевых и недефицитных материалов могут служить так называемые «гранитные отсеивы» — отходы производства дорожного щебня Микашевичского РУПП «Гранит» (Беларусь), представляющие смесь гранитоидных пород одноименного месторождения.

Большим преимуществом гранотсевов является не только их сравнительно постоянный химический состав, обусловленный самим технологическим процессом их получения (многократное промышленное дробление, приводящее к дополнительному усреднению состава отходов), но и возможность получения их в дисперсном виде с определенным размером зерен, например, фракции до 1 мм. Поэтому такое сырье не требует дополнительных операций подготовки для его введения в шихту.

Химический состав гранотсевов, мас. %: SiO_2 60,3–63,4; Al_2O_3 15,2–15,25; CaO 4,0–4,3; MgO 2,75–3,0; Na_2O 2,45–3,4; K_2O 3,4–4,4; ($\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$) 5,8–8,6; MnO 0,19; TiO_2 0,9 позволяет при их незначительной подшихтовке кварцевым песком, мелом и содой легко синтезировать стекло, пригодное для получения пеностекла.

Ситезированные нами опытные стекла, содержащие 50–70 мас. % гранотсевов, хорошо провариваются в газовой печи при температуре 1400–1420 °С. Они имеют интенсивную черную окраску, технологичны и могут вырабатываться не только в виде стеклогранулята, но и использоваться для получения прессованных изделий — пепельниц, салатников, ваз и других изделий массового применения.

Известно, что стекла, применяемые для производства пеностекла, должны иметь вязкость при температурах вспенивания порядка 10^4 – $10^{5,5}$ Па·с. У тарного и бутылочного стекла такая вязкость достигается в интервале температур 800–850 °С, что согласуется с температурами максимального газообразования при использовании в качестве вспенивателя такого компонента как углерод.

По химическому составу полученных опытных стекол и составу промышленного бутылочного стекла были рассчитаны и построены температурные кривые вязкости стекол по методу Охотина с поправками на содержание оксидов железа в соответствии с методом Гельгоффа и Томаса. Значения вязкости в пределах 10^4 – 10^5 Па·с для промышленного бутылочного стекла соответствуют температурному интервалу 800–830 °С. Опытные стекла, полученные на основе шихт, содержащих 50–60 мас. % гранотсевов, имеют значения вязкости при 830 °С в пределах $10^{3,7}$ – $10^{4,6}$, что подтверждает их пригодность для получения пеностекла. Согласно кривым ДТА, такие стекла характеризуются температурой начала размягчения 570–580 °С и наличием слабовыраженного экзотермического эффекта при 870–880 °С. Они и были использованы нами для получения на их основе пеностекла.

Шихта готовилась из порошка стекла имеющего удельную поверхность 4500–5000 $\text{см}^2/\text{г}$, и газообразователя — молотого антрацита в количестве 1,7–2 %. Пеностекло получали путем вспенивания шихты при ее нагревании в специальном контейнере из нержавеющей стали в электрической печи с контролируемой скоростью подъема температуры. Максимальная температура вспенивания 825–830 °С, время выдержки при этой температуре составляло 25–30 мин. Затем печь резко охлаждалась до температуры 600 °С для фиксации структуры пеностекла, выдержка при которой составляла 20–30 мин, и далее охлаждалась инерционно.

В результате проведенных исследований на основе стекол при введении в шихту от 50 до 60 мас. % гранотсевов были получены образцы пеностекла, имеющие объемную плотность 160–200 $\text{кг}/\text{м}^3$, прочность при сжатии 0,8–1,5 МПа,



теплопроводность 0,083 Вт/(м·К).

Таким образом, подтверждена возможность использования в качестве сырьевой основы при предварительном синтезе стеклогранулята для теплоизоляционного пеностекла дешевого, природного и доступного сырья, запасы которого в республике практически неограничены.

*Н.М. Бобкова, д.т.н., профессор
С.Е. Баранцева, к.т.н., ст.науч.сотр.
Е.Е. Трусова, аспирант,
Белорусский государственный техноло-
гический университет,
220005, г. Минск, ул. Свердлова, 13^а.*

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА И ПРИМЕНЕНИЯ ПЕНОСТЕКЛА

На нынешнем этапе своего развития человечество сталкивается с нехваткой энергоресурсов. Эта проблема актуальна для всех промышленно развитых стран мира, в том числе и для России. Поэтому в нормативных документах ужесточаются требования к теплоизоляционным характеристикам строительных материалов.

Перед учеными стоят задачи по разработке композиционных материалов, обладающих улучшенными теплотехническими параметрами. Ограждающие конструкции зданий и сооружений должны отвечать повышенным требованиям к сопротивлению теплопередаче, что позволит сократить потери тепла, а значит и снизить потребление энергоресурсов.

Основной задачей, стоящей перед стекольной промышленностью России, является создание замкнутого цикла оборота стекла от производителя к потребителю. Половина объема производимого стекла всех видов возвращается в производство, тогда как оставшаяся часть может быть эффективно использована в производстве различных типов стекловидных материалов.

Одним из них является традиционное тепло- и звукоизоляционное пеностекло и стекловидные пористые материалы, композиты различного назначения, в которых стекло является матрицей, образующих сплошную поро-ячеистую структуру.

Тепловая изоляция широко применяется в строительстве и многих других отраслях экономики. Особенности структуры пеностекла и пеноматериалов и значения их химических и физико-механических свойств ставят их в ряд наиболее современных искусственных материалов различного назначения.

Важным преимуществом пеностекла по сравнению с некоторыми природными и изоляционными материалами является его неорганический состав. Благодаря этому оно устойчиво против гнили, микроорганизмов, действия высоких температур, кислот, щелочей.

Применение пеностекла и пеноматериалов в строительстве позволяет уменьшить толщину ограждающих конструкций, снизить расход основных строительных материалов, облегчить строительные конструкции, индустриализи-

ровать строительные работы, удешевить строительства, снизить эксплуатационные работы, в частности затраты на отопление зданий.

В настоящее время интерес к производству и использованию пеностекла снова возрос. Об этом говорит большое количество статей в периодической научно-технической литературе, повышение количества диссертаций по этой тематике.

На данный момент, на кафедре химической технологии стекла и стеклокристаллических материалов БГТУ им. В.Г. Шухова, изучается вопрос повышения вспенивающей способности пенообразующих смесей, а именно повышение окислительно-восстановительного потенциала пенообразующей смеси путем добавки в смеси оксидов переменной валентности. Применение таких добавок позволит улучшить качество получаемого пеностекла.

Новый способ производства пеностекла предложен доцентами кафедры Онищуком В.И. и Жерновой Н.Ф. Разработанный способ базируется на направленной поризации высококонцентрированной стекольной суспензии (ВСС), фиксации структуры за счет вяжущих свойств ВСС и существенного увеличения предела прочности композиции путем дополнительной температурной обработки. Данный способ сочетает в себе реализацию теоретических и практических решений известных технологий пено- и газобетонов, керамических теплоизоляционных материалов и пеностекла традиционным порошковым методом.

Проскуриным С.А. разработано программное обеспечение (расчетные методы и алгоритмы) для оценки кристаллизационной способности ситалловых и промышленных стекол. На базе экспериментальных данных других исследователей расчетным методом установлены температурно-концентрационные зависимости линейной скорости роста кристаллов (ЛСРК) девитрита и кристобаллита в стеклах системы $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{SiO}_2$, являющейся базовой в производстве целого ряда стеклоизделий промышленного назначения; возможен расчет ЛСРК девитрита и кристобаллита в зависимости от химического состава стекол системы $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}$