СТЕКЛО И ПЕНА

Ольга Ашпина
Петр Степаненко

В европейском жилищном строительстве пеностекло используется главным образом для изоляции фундамента и крыши: пеностекло идеальный утеплитель и не впитывает влагу, в отличие от других пористых материалов.

Наблюдательный совет «Роснано» в конце 2009 года одобрил участие корпорации в проекте по расширению производства инновационных теплоизоляционных материалов на основе нанотехнологических принципов переработки битого несортового стекла. Участниками проекта станут «Роснано», заявитель проекта — ЗАО «Пеноситал», соинвестор — ОАО «Ростовгорстрой». Общий объем инвестиций в проект составит 2,05 млрд рублей. Мощность производства планируется на уровне 106 тыс. куб. м блочного пеностекла в год. Участники проекта утверждают, что новая технология позволит снизить себестоимость продукции и значительно улучшит экологическую обстановку.

Пионеры и могикане

Заметим, что такой эффективный, но дорогостоящий утеплитель, как пеностекло, впервые получен в бывшем СССР в тридцатые годы прошлого столетия известным ученым и специалистом в области стекла И. И. Китайгородским. Тогда на территории бывшей советской державы работало четыре завода, производивших пеностекло. Позже материал был забыт, рецептуру пеностекла восстановили в 70-е годы в Белоруссии. В России пеностекло сегодня производят только на пермском предприятии ЗАО «Пеноситал», при этом нельзя сказать, что успешно.

Компания была создана в 2004 году и занималась научными разработками и опытным производством пеностеклянных материалов с использованием нанотехнологий. Последнее время дела шли совсем плохо: в арбитражном суде Пермского края в конце года на рассмотрении находился иск Федеральной налоговой службы, которая добивалась банкротства «Пеноситала». Основанием для заявления стала задолженность ЗАО по налоговым платежам в размере 1,8 млн рублей, но накануне судебного заседания предприятие долги погасило. Однако 11 января Арбитражный суд принял решение удовлетворить исковые требования И. П. Паршаковой, выдвинутые против ЗАО «Пеноситал», в размере 1,35 млн рублей с целью взыскания задолженности по арендной плате, которая возникла в период с 1 октября 2008 года по 30 сентября 2009 года.

Сегодня утеплитель из пеностекла в небольших объемах импортируется в Россию в основном из Бельгии, Белоруссии, Финляндии и Китая. Спрос на данную продукцию, несмотря на высокие эксплуатационные свойства, не велик ввиду запредельно высокой стоимости продукта по сравнению с другими теплоизоляционными материалами.

Технология производства

Пеностекло представляет собой ячеистый теплоизоляционный материал, получаемый спеканием стеклянного порошка с одновременным вспениванием его под действием газообразователя.

В качестве сырья при производстве пеностекла используют те же материалы, что и при выпуске обычного стекла: кварцевый песок, известняк, соду или сульфат кальция. Применяют для этих целей отходы обычного стекла или легко спекающиеся горные породы с повышенным содержанием соединений щелочных металлов, в качестве газообразователей используют каменноугольный кокс, древесный уголь, антрацит, известняк, мрамор. Углеродсодержащие газообразователи создают в пеностекле замкнутые поры, а карбонаты — сообщающиеся. Выбор газообразователя определяется также температурой его разложения, она должна быть выше температуры размягчения стеклянного порошка на 50–70°С.

Технологический процесс производства пеностекла складывается из следующих основных операций: кварцевый песок и измельченный известняк сушат, размалывают в порошок, смешивают с содой и в ванных печах получают стекломассу, которую подают в бассейн с водой для грануляции. Затем полученный гранулят размалывают в смеси с газообразователем (1–5 %) в тонкий порошок и загружают в формы из жароупорного материала с меловой обмазкой. Формы на вагонетках или по роликовому конвейеру подают в туннельную печь. Максимальная температура обжига — в зависимости от вида сырья — составляет ▶

600–1000°С. Характерной особенностью режима обжига пеностекла является быстрый, за 2–3 часа, подъем температуры до максимальной с последующим медленным охлаждением, которое может длиться до 20 часов. Под действием высокой температуры происходит размягчение частиц стеклянного порошка и его спекание. Газы, выделяющиеся при сгорании или разложении газообразователя, вспучивают вязкую стекломассу. При охлаждении образуется материал с ячеистой структурой. Медленное охлаждение (отжиг) способствует равномерному остыванию изделий по всему объему, поэтому в них не возникают внутренние напряжения и не образуется трещин. Охлажденные изделия распиливают и оправляют на циркульных пилах.

Контейнеры для бутылок различного цвета на улицах Дортмунда (Германия)

С граблями наперевес

При использовании в производстве пеностекла в качестве сырья стеклянного боя отсутствуют стадии варки стекломассы и грануляция. Согласно теории, утилизация стеклоотходов позволяет сэкономить до 50 % сырья и до 40 % энергии. На практике, однако, подобное производство настолько же рентабельно, насколько сбор бутылок лицами без определенного места жительства — при очень высокой доходности абсолютно невозможно обеспечить значительные обороты.

Процесс утилизации бытового стекла начинается с правильной организации процесса сбора стеклянных отходов. В странах Западной Европы проблема сборки и хранения стеклоотходов решается достаточно просто. В жилом секторе буквально возле каждого дома устанавливаются специальные контейнеры, маркированные цветом и запоминающейся символикой, в которые жители домов выбрасывают пустые бутылки и прочую стеклотару. За нарушение установленного порядка налагаются штрафы, но эта мера применяется крайне редко, так как не возникает подобной необходимости (видимо, сказывается природная дисциплинированность западноевропейцев). Согласно статистическим данным, в Германии специальными контейнерами для стеклотары оборудовано более 97 % придомовых территорий. В дальнейшем плата за прием мусора, стеклянного в том числе, является дополнительной статьей дохода перерабатывающего производства. Примечательно, что основной доход мусоросортировочных или мусоросжигательных производств в Европе — отнюдь не продукты вторичной переработки и не полученная теплоэнергия, а сборы с компаний, доставляющих мусор.

В России же использование в качестве сырья стеклянного боя не может стать преобладающим, что связано отчасти с отсутствием соответствующей культуры у населения, но в большей мере — с несовершенством природоохранного законодательства. В мировой практике за утилизацию стекла выплачивают роялти из экологических фондов государства, а предприятия получают налоговые льготы. В России стеклобой приходится покупать по коммерческим ценам, к тому же более или менее значимую мощность вскоре приходится обеспечивать привозным сырьем, что сводит на нет даже самые скромные представления о рентабельности. По мнению белорусских специалистов из ОАО «Гомельстекло», выбравших в качестве сырья песок, сбор и переработка вторичного стекла делают производство убыточным.

Представляется, что предприятие, применяющее «стеклобойную» схему, должно рассчитывать на доходы от других производств или делать стеклобой дополнительным, но не основным источником сырья на производстве. Рассчитывать на постоянное поступление бутылок и достаточные объемы этого сырья в нашей стране — по крайней мере наивно. Почему разработчики в Перми не приняли в расчет данного факта, а также по какой причине корпорация «Роснано» поддержала заведомо неработающую схему, судить сложно.

В проекте, который намерена поддержать госкорпорация, имеют место дополнительные энергозатратные операции — модификация поверхности стеклянного порошка с образованием на них наноразмерных пленок толщиной 100–120 нанометров. Основываясь на понимании технологии производства пеностекла как ячеистого материала, получаемого из силикатов в пиропластичном состоянии, и помня о главной задаче при создании теплоизоляционного материала — заполнении объема минимальным количеством твердого материала при максимальном количестве воз-

В России не приживается система раздельного сбора мусора. Сбор бутылок по-прежнему является занятием бедняков и бомжей и не создает серьезной сырьевой базы для переработки.

духа, сложно понять предлагаемую ЗАО «Пеноситал» технологию, которая неизбежно приводит к дальнейшему удорожанию продукции. Ведь материал и так не пользуется повышенным спросом.

Кроме того, что Пермью была выбрана не самая эффективная технология, были допущены простейшие просчеты в маркетинговой стратегии. Производство, ориентированное на узкий и неразвитый сегмент рынка, не должно планироваться как самостоятельное. Невозможно представить молочный завод, занятый только дорогими йогуртами, или мебельную фабрику, выпускающую одни деревянные скамейки. А в строительном бизнесе, которым занялись на Урале, ручная и штучная работа не ценится. В Гомеле, например, выпуск пеностекла является сопутствующим для «вертикального» стекольного производства полного цикла. Другим, горизонтальным, решением мог бы стать выпуск линейки строительных материалов, где пеностеклянные блоки дополнили ассортиментный ряд, без особой надежды на получение значительных оборотов, но с расчетом на комплексное обслуживание клиентских запросов.

Цена куба

Пеностекло не взаимодействует с воздухом и водой, абсолютно безвредно, недоступно для грызунов, отлично сопротивляется выветриванию, звуконепроницаемо, не подвержено коррозии и гниению и способно сохранять эти эксплуатационные свойства на протяжении многих лет. Единственным показателем, по которому имеющееся на рынке пеностекло уступает другим теплоизоляционным показателям и проигрывает в борьбе за место под солнцем, — стоимость кубометра (см. табл. 1).

Наиболее затратными операциями в производстве пеностекла являются диспергирование сырья и его термическая обработка. Так, опыт эксплуатации различных вариантов промышленных дробилок (виброцентробежной и ротационной) показал, что удельные энергозатраты на 1 т порошка стекла находятся в пределах 90–115 кВт*ч/т, поэтому снижение этих расходов является важной задачей. Проблема осложняется также высоким абразивным износом и энергонапряженностью оборудования.

Среди других резервов совершенствования технологии — термообработка, самая энергоемкая стадия. Затраты на производство 1 куб. м гранулированного пеностекла составляют примерно 200–250 кВт*ч, блочного — 500–600 кВт*ч. В первом случае отсутствует необходимость нагрева форм и системы транспортировки. Поэтому существенная экономия при выпуске блочного пеностекла может быть достигнута за счет снижения материалоемкости форм и транспортных систем, а также в результате сокращения числа переделов.

Прорыв

Так или иначе, все работы по получению новых теплоизоляционных материалов ведутся в направлении снижения энергозатрат. Основным прорывом в данном направлении стало использование природных силикатов в качестве сырья для получения стеклокерамики. Технология запатентована группой российских разработчиков.

Применение кремнийсодержащих минералов, по запасам которых Россия входит в тройку мировых лидеров, существенно расширило возможности технологии, позволив, в частности, осуществлять процесс в области более низких температур.

Сырьем могут служить, на первый взгляд, практически любые местные силикатные материалы дисперсного строения — цеолиты, диатомиты и другие, которыми богат каждый третий регион РФ. Ограничения, которые налагаются специфическими примесями, еще предстоит исследовать, но первые опыты с уральскими диатомитами дали блестящие результаты.

Использование дешевых силикатных материалов в качестве сырья для одностадийного синтеза пеностекла резко снижает энергозатраты и себестоимость готового материала, что, возможно, делает новую технологию безальтернативной на десятки, а может быть, сотни ближайших лет.

Первым российским проектом в новом направлении стал теплоизоляционный материал «Кремень», который получен на базе диатомитов Камышловского месторождения Свердловской области. Материал по своему химическому составу идентичен пеностеклу, а по эксплуатационным характеристикам превосходит его.

Расход электроэнергии на производство 1 куб. м материала «Кремень» плотностью от 150 до 400 кг/м^3 составляет всего 3–11 кВт*ч в зависимости от мощности производства, что наряду с неограниченным доступом к сырью, по предварительным подсчетам, снижает себестоимость производства кубического метра стройматериала в три раза. Не исключено, что при открытии промышленного производства в Свердловской области возникнет и рынок данного материала — поскольку кратное снижение отпускных цен переводит его в другую потребительскую категорию, «от кутюр» в «прет-а-порте».

История здесь и сейчас

Применение тех или иных материалов в промышленности вообще и в строительстве в частности — вопрос времени и развития общества. Когда-то жилища утепляли соломой, на смену им пришли пенопласты и минеральные ваты. Сегодня они не отвечают требованиям, предъявляемым к теплоизоляционным материалам.

Никто не отрицает, что пеностекло по комплексу эксплуатационных свойств вне конкуренции. Но даже очень хорошие вещи обречены жить в наших мечтах, пока наука и бизнес не найдут способа сделать их дешево и не возникнет система взаимоотношений между участниками рынка.

Проблема с низкой ценой решена. Разработчикам пеностекла осталось создать рынок. ■

Таблица 1. Сравнительная стоимость утеплителей на российском рынке, 2009 год.

УТЕПЛИТЕЛИ	СТОИМОСТЬ, руб. за 1 куб. м
Пенополистирол	1 540–2 400
Минеральная вата	2 000–2 500
Минеральная плита	3 500–6 000
Базальтовая плита	4 600–8 450
Базальтовая вата	3 100–4 600
Керамзит насыпной М400	800–900
Пенобетонные блоки	1 900–2 900
Пеностекло в изделиях (плиты, блоки, фасонина)	5 500–7 500
Пеностекло в гранулах	2 000–3 130
Пеностекло в изделиях «Кремень-150»	1 800

© galkinskoe.ru