

УДК 624.148:666.189.3

Студ. В.В. Козлова

Науч. рук. доц. к.т.н. И.М. Терещенко  
(кафедра технологии стекла и керамики БГТУ)

## **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ГРАНУЛИРОВАННЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ СОРТИРОВКИ СТЕКЛЯННЫХ ИЗДЕЛИЙ**

К конкурирующим на рынке видам неорганических теплоизоляционных материалов относятся изделия из минерального и стекловолокна, керамзит и пеностекло.

При этом керамзит в течение длительного периода не относился к эффективным теплоизоляторам, поскольку его насыпная плотность ( $350 \text{ кг/м}^3$ ) превышала установленный порог ( $<250 \text{ кг/м}^3$ ), однако в последнее время разработаны новые технологические подходы, что позволило получать керамзит с плотностью  $200 - 250 \text{ кг/м}^3$ , что изменило отношение потребителей к нему. Тем не менее керамзит обладает по крайней мере двумя недостатками, которые устранить не удастся: поглощение воды с потерей изолирующих свойств, а также невозможность получения мелкогранулированного продукта (фракция  $<4 \text{ мм}$ ).

Изделия из волокна обладают отличными теплоизоляционными свойствами, однако для них характерным является низкий срок эксплуатации (до 25 лет), разрушение при контакте с водой, а также необходимость тщательной изоляции от воздействия внешней среды. Пеностекло при теплопроводности, равной теплопроводности лучших теплоизоляционных материалов, превосходит их по ряду других показателей. Пеностекло влагонепроницаемо, обладает высокой механической прочностью, не горит и удовлетворяет высоким санитарно-гигиеническим требованиям, так как оно биологически стойко – не гниет и не плесневеет. Средняя плотность различных видов пеностекла колеблется от  $160 - 180$  до  $200 - 300 \text{ кг/м}^3$  [1].

Поскольку классическая технология получения блочного пеностекла порошковым способом весьма затратна (рыночная стоимость пеностекла около  $300 \text{ \$/м}^3$ ), то усилия исследователей в последнее время сосредотачиваются на получении гранулированных продуктов на основе стекла [2].

Целью настоящей работы является определение возможности получения гранулированного пеностекла на основе отсеков сортировки боя стеклянных изделий, получаемых в условиях ГО «Белресур-

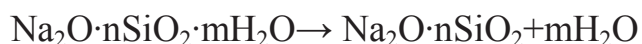
сы». Данное предприятие создано с целью сбора, транспортирования и переработки боя стеклоизделий на территории Минской области. Конечной продукцией является полностью очищенный и измельченный продукт для рециклинга в стекольную отрасль.

Комплексная переработка стеклоотходов включает дробление, магнитную сепарацию, промывку и разделение стекла по цвету с помощью оптических индикаторов. При этом фракция стекла <5 мм предварительно отсеивается, поскольку для мелких частиц разделение по цвету не может быть реализовано. В итоге появляются отсеvy стекла объёмом около 10 тыс т/г., содержащие следующие компоненты (усредненный состав, мас.%): стекло – 80%, органические включения – 6–7%, керамика и камни – 3–4%. Вид отходов сортировки стеклобоя в настоящее время не используется и вывозятся в отвалы, загрязняя окружающую среду.

Целью начатых на кафедре технологии стекла и керамики исследований является определение возможности вовлечения указанных отсеvов в производство, а именно для получения на их основе гранулированных материалов с насыпной плотностью <250 кг/м<sup>3</sup>.

В ходе предпринятых исследований отсевстекла фракции <5 мм проходит предварительную термообработку при 450 °С с целью выгорания органики, измельчался на щековой дробилке до фракции <1мм, а затем – на вибромельнице до дисперсности около 5500 –6000 см<sup>2</sup>/г. Полученный порошок составлял основу шихты, в которую дополнительно вводились следующие компоненты:

– жидкое стекло в качестве связующего, обеспечивающего, с одной стороны легкость гранулирования шихты, а с другой – вспенивание смеси по гидратному способу при термической обработке в соответствии с уравнением:



– углеродсодержащие газообразователи (сажа, сахар, глицерин, мочеви́на), поскольку из данных литературы известно, что жидкое стекло не может полностью заменить углерод в качестве вспенивающей добавки [3].

Основными технологическими параметрами при получении вспененных теплоизоляционных материалов являются: состав шихты, дисперсность стеклобоя, температура и продолжительность термической обработки, вид вспенивающей добавки.

На начальном этапе исследовалось влияние вспенивающих добавок на свойства продуктов, получаемых после термической обработки гранулированных продуктов в первую очередь на насыпную плотность, которая является основной характеристикой, определяющей теплопро-

водность и механическую прочность получаемых гранул, в виде вспененных материалов.

Методика проведения эксперимента состояла в следующем: точно отвешенное количество стекольного порошка фракцией менее 1 мм, предварительно прошедшего дробление в щековой дробилке и тонкое измельчение в течение 40 минут до удельной поверхности 5920 см<sup>2</sup>/г, смешивалось с жидким натриевым стеклом и вспенивающей добавкой. Содержание жидкого стекла составляло 8%. В качестве углеродсодержащих добавок применяли сажа, сахар, глицерин и мочевины. Влажность шихты составляла 20%. Из полученной массы вручную формовались гранулы, в форме кубиков с ребром около 8 мм.

Термообработка образцов проводилась в муфельной печи в интервале температур 750 – 925 °С. Образцы вносились в предварительно нагретую печь и выдерживались в течении 10 минут. Содержание вспенивающих добавок – сажи, сахара, глицерина и мочевины на первом этапе сохранялось постоянным и равным 0,5 %. На полученных образцах определялась насыпная плотность.

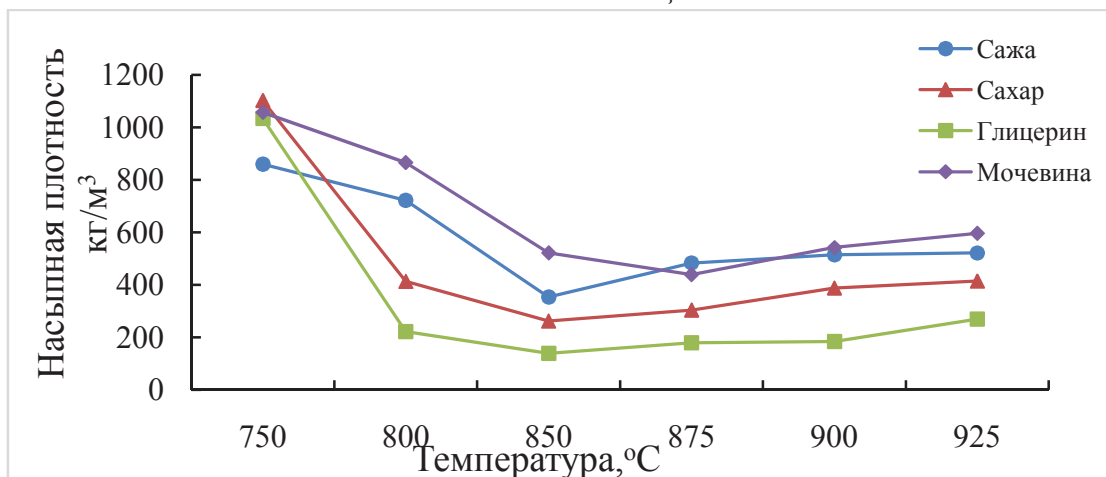
Полученные результаты после термической обработки представлены в таблице 1 и на рисунке 1.

**Таблица 1 – Насыпная плотность вспененного продукта при содержании жидкого стекла 8 % и различных температурах вспенивания**

Тип вспенивающей добавки	Температура термической обработки, Т °С					
	750	800	850	875	900	925
	Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>					
Сажа	860	722	353	483	514	521
Сахар	1102	413	262	304	388	414
Глицерин	1034	222	139	179	184	270
Мочевина	1057	866	522	439	542	596

Как следует из графической зависимости (рис. 1), начиная с температуры термообработки 800°С отмечается резкое снижение насыпной плотности продуктов обжига, которая при дальнейшем повышении температуры изменяется в гораздо меньшей степени.

На основе проведенных экспериментов в качестве оптимального приняты составы, включающий, мас. %: 8 жидкого стекла, 92 стекольного порошка, 0,5 глицерина сверх 100%, а так же состав, мас. %: 8 жидкого стекла, 92 стекольного порошка, 0,5 сажи сверх 100%.



**Рисунок 1 – Зависимость насыпной плотности вспененного продукта от температуры термообработки**

При термической обработке гранул данных составов было выявлено, что в интервале температур 750 – 925 °C наблюдается вспенивание гранул, при этом насыпная плотность составила у образца со вспенивающей добавкой глицерин – 139 кг/м<sup>3</sup> при температуре 850 °C, а с сажей насыпная плотность составила у образца №3 – 353 кг/м<sup>3</sup> при температуре 850 °C.

При выборе оптимальных составов учитывался также внешний вид изделий, а именно степень белизны, поскольку предполагается их использование в составе теплых штукатурок и сухих смесей, востребуемых на современном рынке строительных материалов.

Обработав полученные результаты на первом этапе можно сделать вывод о том, что вспененный продукт оптимального состава обладает наилучшими теплофизическими свойствами. В настоящее время работа по получению гранулированных теплоизоляционных материалов на основе сортировки стеклянных изделий продолжается.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Перспективы развития технологии производства и применения пеностекла / Н.И. Минько [и др.] // Пеностекло – Стекло мира. – 2013. – № 3. – С. 75–76.
2. Демидович, Б.К. Пеностекло / Б.К. Демидович. – Минск: Наука и техника, 1975. – 248 с.
3. Кетов А.А. и др. – Строительные материалы, сентябрь 2007 г. – С. 28–31.