

УДК 666.9-127

Магистрант Е. Е. Урбанович

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

ПОЛУЧЕНИЕ ФОРМОВАННЫХ ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ ГРАНУЛИРОВАННОГО ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО МАТЕРИАЛА И СИЛИКАТНЫХ СВЯЗУЮЩИХ

В течение длительного времени эталоном среди теплоизоляционных материалов являлось пеностекло, обладающее комплексом важных свойств: низкая теплопроводность ($\lambda=0,04 - 0,09$ Вт/(м·К)), и плотность ($\rho= 140 - 200$ кг/м³), достаточная механическая прочность ($\sigma= 0,5 - 1,0$ МПа), химическая и биологическая стойкость, негорючесть, экологическая безопасность, практически неограниченный срок службы, широкий диапазон температуры эксплуатации ($-200..600$ °С). Однако этот вид теплоизоляторов, производимых по классической порошковой технологии, так и не стал материалом широкого потребления из-за высокой затратности производственного цикла. Основными недостатками порошковой технологии является жесткая привязка к сырью – стеклу определенного химического состава, необходимость его тонкого измельчения, использование дорогостоящих форм из жаростойкой стали. Сложный режим вспенивания и длительный отжиг приводят к значительным затратам энергоресурсов. В итоге стоимость 1 м³ блочного стекла начинается от 300 у. е. Несколько лучшие результаты в производстве гранулированного пеностекла – от 100 у. е. (что сильно проигрывает другим теплоизоляционным материалам, таким как волокнистые и органополимерные материалы).

В итоге, при анализе ситуации, сложившейся в производстве пеностекла напрашивается вывод о бесперспективности использования специально сваренного стекла либо собранного у населения боя промышленного стекла для декларируемых целей. Действительно, разработанные и используемые технологии не могут быть отнесены к продвинутым в силу их иррациональности: стекло вначале варят при высокой температуре, удаляя большие количества газов, после чего его измельчают, вводят газообразователи и вновь подвергают термобработке.

Кроме того, стекломой практически полностью рециркулируется в современных технологиях получения изделий из стекла и рассчитывать на него как на надежный вид сырья для производства пеностекла, вероятно, опрометчиво.

Так что же, следует считать, что стекло потеряло свою значимость, как основа для производства теплоизоляционных материалов? Нет, не стекло, а существующие технологии его получения и переработки. Только принципиальные изменения существующих технологий, создание новых базирующихся на процессах, протекающих в тонкодисперсных силикатных смесях, позволяют сделать производство стекловидных ячеистых материал высокорентабельным, получить их новые виды, востребованные на рынке.

Разработками в области «золь-гель» процесса[1], а также работами по получению стекол химическим синтезом из суспензий[2] показано, что стеклообразование может протекать в области температур (750–800 °С) вместо традиционной (1400–1450 °С) при условии использования аморфного кремнеземистого сырья вместо кварцевого песка. При этом температурные области процессов стеклообразования и вспенивания накладываются друг на друга, что создает предпосылки для получения вспененного стекла в ходе одной термической обработки, уходя от процесса высокотемпературной варки стекла.

Так возникла и оформилась идея получения гранулированных материалов по одностадийной технологии низкотемпературного вспенивания[1-3], позволяющей совместить вспенивание полуфабриката парами воды (гидратный механизм) с одновременным его остекловыванием.

На кафедре технологии стекла и керамики БГТУ разработана ресурсо- и энергосберегающая технология получения легких неорганических гранулированных материалов.

Использование отхода производства, отсутствие энергоемких технологических процессов и дорогостоящего оборудования, низкая температура однократной термообработки (менее 500 °С) обеспечивают себестоимость продукта в пределах 50–60 у.е. за 1 м³ в зависимости от размера гранул. По соотношению цена/качество полученный материал превосходит известные аналоги неорганической природы и конкурентен с пенопластами и стекловолокнистыми материалами, не имея их недостатков.

Как показали наработки, проведенные в последнее время, тепло- и звукоизоляционные гранулированные материалы не являются единственным продуктом, который может быть получен по разработанному технологическому процессу.

В ходе проводимых экспериментов было установлено, что суспензии гидратированных посиликатов, получаемые на ранних стадиях технологии производства гранулированных материалов обладают вя-

жущими свойствами, из чего вытекает возможность их использования в качестве связующего для гранул.

В связи с этим обстоятельством, был проведен ряд экспериментов по двум направлениям:

- отработка технологических стадий получения силикатных связующих на основе кремнегеля;
- получение формованных изделий на основе предварительно синтезированных легких гранул и связующего.

В ходе исследований по получению связующих отработан технологический процесс, схематически представленный ниже.

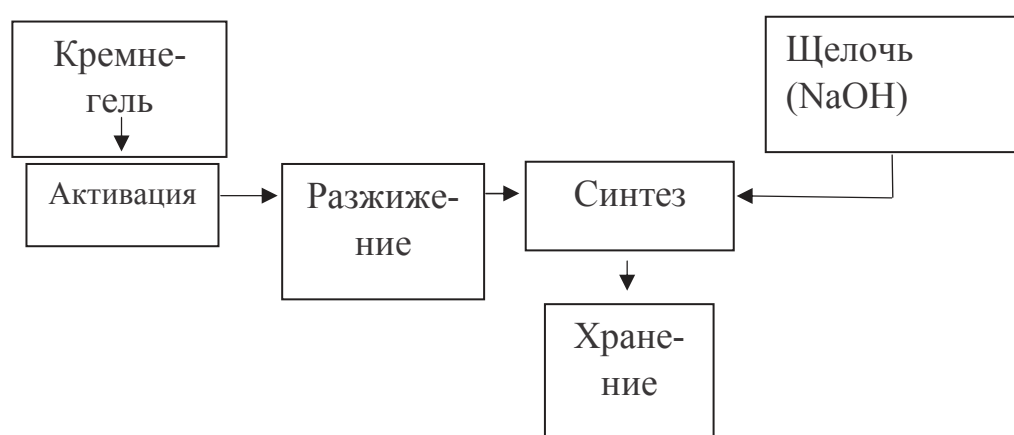


Рисунок 1 – Принципиальная схема получения полисиликатного связующего

На первых стадиях происходит активация и разжижение кремнегеля, в результате чего повышается его химическая активность. Затем полученная суспензия подается в реактор, куда также вводится активный компонент – NaOH. Далее протекает синтез полисиликатов натрия с заданным силикатным модулем. Контролируются условия синтеза, такие как режимы нагрева и продолжительность каждой стадии синтеза. После завершения синтеза полисиликатное связующее охлаждается и затаривается. Полученное связующее представляет собой густую суспензию желтовато-серого оттенка с pH=11,2 – 11,7; плотностью – 1,35 – 1,5 г/см³.

Разработанные составы связующих имеют низкую себестоимость (в 2–2,5 раза ниже чем у жидкого стекла) и использовались для получения формованных материалов на основе предварительно синтезированных гранулированных продуктов. Здесь также уместно заметить, что в соответствии с проведенными расчетами, энергозатраты на производство связующего по разработанной технологии составляют

около 80 кВтч/т, в то время как в производстве жидкого стекла – 420–450 кВтч/т.

Технология получения формованных изделий (блоков, плит) включает в себя стадии подготовки смеси наполнителя и связующего в заданном соотношении, формование в металлических формах, и термическую обработку формовок в электрической печи.

Принципиальная схема получения формованных изделий представлена ниже:

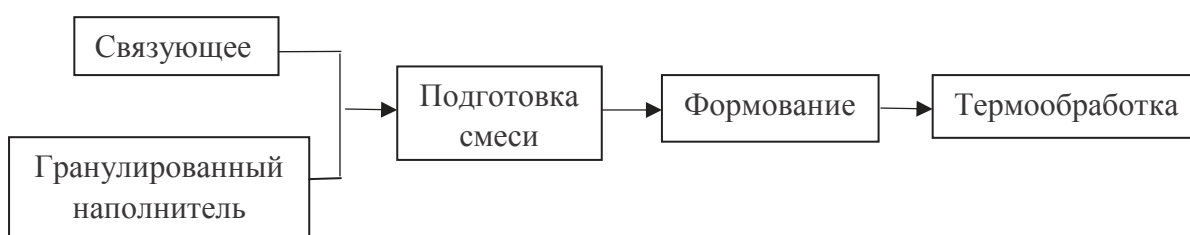


Рисунок 2 – Принципиальная схема получения формованных изделий

На полученных образцах определялись плотность, механическая прочность и теплопроводность. Установлено, что плотность полученных изделий практически не зависит от содержания связующего в пределах 5–20 %, но в большей степени – от размера используемых гранул. А водостойкость, определяемая потерями массы при кипячении в течение 1 часа, несколько снижается, варьируясь на уровне 4–7 %.

Полученные результаты показывают, что полисиликатное связующее обеспечивает несколько большую механическую прочность нежели промышленное жидкое стекло, то есть вяжущая способность полученного полисиликатного связующего несколько выше, чем у промышленного жидкого стекла, при прочих равных условиях.

Так же производились исследования по использованию портландцемента для производства формованных изделий, так как стоимость портландцемента в Республике Беларусь значительно снизилась, в следствие перенасыщенности рынка данным продуктом.

В рамках проведенных исследований изготавливались образцы размером 5х5х5 см, которые готовились из суспензии портландцемента марки ГП-500 и гранулированного теплоизоляционного материала. В приготовленную заранее суспензию вводился наполнитель и полученная смесь помещалась в формы, где выстаивалась в течение 1 суток, после чего формовки извлекались и вылеживались в течение 7 суток.

Измерялась плотность полученных изделий, так же проведены испытания на механическую прочность и водостойкость. Плотность образцов увеличивается с увеличением содержания связующего, и

находится в пределах 250–290 кг/м³. В ходе испытаний на механическую прочность выяснилось, что она напрямую зависит от массового содержания портландцемента. При содержании связующего в 15 % прочность находится на уровне 1 МПа, что соответствует прочности конструкционно-теплоизоляционных материалов. Так же по итогам испытаний образцов на водостойкость, которая определялась по потерям массы при кипячении в течение 1 часа было установлено, что потери массы формованных изделий составили 1,5–2 %.

Резюмируя сказанное выше, можно утверждать, что в рамках рассматриваемой технологии может быть организована комплексная переработка техногенного отхода кислотной обработки фосфатных руд в легкий гранулированный материал, а также получение дешевых силикатных связующих, имеющих самостоятельное значение, и что немало важно производство формованных тепло- либо звукоизоляционных изделий на основе получаемых продуктов. Последнее обстоятельство существенно расширяет область применения материалов, например, для теплоизоляции высокотемпературного оборудования (котлов, теплообменников, паропроводов и др.), для производства звукоизолирующих панелей в домостроении и т.д. Все это возможно вследствие хороших технико-эксплуатационных характеристик получаемых изделий. Также можно сделать вывод, что в существующих рыночных условиях, использование портландцемента в качестве связующего для формованных изделий является целесообразным, так как полученные изделия характеризуются достаточно высокими значениями механической прочности и водостойкости при низкой кажущейся плотности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Получение гранулированных теплоизоляционных материалов на основе кремнегеля/Терещенко И.М. [и др.] // Строительные материалы. –2016 г. –№7. – С. 45–48.
2. Никифоров, Е.А. Одностадийная технология вспенивания / Е. А. Никифоров // Огнеупоры и строительная керамика. –2000 г. – №8.– С. 42–43
3. Мелконян Г.С. Гидротермальный способ приготовления комплексного стекольного сырья на основе горных пород и продуктов их переработки // Ереван: Айастан. – 1977. – 240 с.