

К ВОПРОСУ ОБ ОБРАЗОВАНИИ ЗАКРЫТОЙ И СООБЩАЮЩЕЙСЯ СТРУКТУРЫ ПОР У ПЕНОСТЕКЛА НА ОСНОВЕ НЕФЕЛИНОВ

С. С. НЕСТЕРЕНКО, А. В. ПЕТРОВ

(Представлена научно-методическим семинаром ХТФ)

Получение ячеистого продукта из нефелинсодержащего стекла сопровождалось повышенным водопоглощением материала. Учитывая, что по остальным показателям пеностекло не уступало, а по ряду свойств превосходило качество ячеистого стекла, выпускаемого промышленностью, в задачу исследования входило установление причин образования сквозных пор в синтезируемом продукте.

Обобщая литературный материал по вспучиванию стекломассы, факторы, оказывающие влияние на соотношение открытых и закрытых пор в материале, можно свести к следующему.

Сообщающиеся поры в материале вызваны свойствами самой стекломассы: ее склонностью к кристаллизации, высоким поверхностным натяжением расплава и резким изменением его вязкости в интервале порообразования [1, 2].

Недостаточный отжиг, избыточное давление, развиваемое газовой фазой системы, неправильно выбранная степень дисперсности стекольного порошка и газообразователя также могут быть причинами повышенного водопоглощения пористого материала [3].

Для синтеза пеностекла на основе нефелинов использовалась стекломасса следующего химического состава: SiO_2 — 55; TiO_2 — 0,43; Al_2O_3 — 14,11; F_2O_3 — 5,89; MgO — 0,94; CaO — 10,06; Na_2O — 14 (проценты весовые), которая наваривалась из нефелиновой породы ужурского месторождения с присадками кварцевого песка, мела и сульфата натрия в электрической печи с силитовыми нагревателями при 1350°C в течение полутора часов. Выработка осуществлялась отливкой расплава в воду. Полученный гранулят, предварительно высушенный при 200°C , измельчался до величины удельной поверхности порошка в $6000\text{ см}^2/\text{г}$. Реакционная масса, составленная из стекла и стандартного количества газообразователя (3% криптола сверх 100 в ч. стекла), вносилась в печь, предварительно нагретую до 700°C , где вспучивалась в интервале температур 780 — 980°C при различной длительности спекания. Нагрев печи от 700°C до экспериментальной температуры осуществлялся со скоростью 12 град./мин . Отжиг проходил в течение часа при 620°C с последующим охлаждением блоков пеностекла до комнатной температуры со скоростью $0,8$ — $1,1\text{ град./мин}$.

На основе анализа свойств синтезированного пеностекла установлено, что порообразование высокоглиноземистого нефелинового стекла подчиняется общим закономерностям, свойственным другим промышленным стеклам при вспенивании, до температур 880 — 920°C . При по-

следних фиксируется увеличение числа открытых пор в материале, его объемного веса при одновременном сокращении размера ячеек.

Петрографический анализ свидетельствует об интенсивной кристаллизации в данных условиях стенок пор пеностекла с образованием тонкозернистой структуры (размер кристаллов не превышал 1 мк).

Известно, что равномерная тонкозернистая кристаллизация в процессе вспучивания не препятствует получению пористого материала, причем увеличение количества кристаллической фазы не сопровождается ростом сообщающихся каналов [4].

При вспенивании нефелинового стекла решающую роль на число открытых пор в материале оказывает именно количество кристаллических включений. Так, максимум кристаллизационных свойств исследуемой стекломассы лежит при 900—920° С, в этом интервале и наблюдается наибольшее водопоглощение пеностекла.

Дополнительная термообработка пористого материала в течение часа при 750—1000° С еще более увеличивает степень закристаллизованности стекла, что отражается на его свойствах: растет коэффициент термического расширения, температура начала деформации, число сообщающихся пор в материале при некотором спаде его прочности (табл. 1).

Таблица 1

Влияние дополнительной термообработки на свойства пеностекла

Объемный вес до обработки, г/см ³	Температура термообработки, °С	Водопоглощение, %	$\sigma_{сж}$, кг/см ²	КТР $\times 10^{-7}$, град-1 (20—100)	Температура начала деформации, °С
0,274	---	36,6	29,4	80,3	625
0,270	750	37,3	25,3	80,9	630
0,280	800	40,7	26,8	82,8	650
0,278	900	58,8	20,6	85,2	680
0,281	1000	40,0	26,5	83,4	660

Наибольшее изменение всех свойств, как и при синтезе пеностекла, наступает при 900° С, в частности, водопоглощение достигает 58,8%. Очевидно, в процессе кристаллизации остаточная стекломасса обогащается щелочами и не выдерживает давления, развиваемого газообразными продуктами при указанных режимах вспучивания.

Помимо этого, избыточное парциальное давление газовой фазы системы может превысить прочность на разрыв и незакристаллизованных стеклянных пленок. Табл. 2 иллюстрирует результаты изменения свойств пеностекла, полученного при вспенивании шихты в течение

Таблица 2

Изменение свойств пеностекла в зависимости от количества газообразователя

Количество криптола, %	Объемный вес, г/см ³	Водопоглощение, %	Диаметр пор, мм	Коэффициент вспучивания
1	0,334	1,23	0,5	1,6
2	0,270	14,5	0,8	3,34
3	0,234	36,2	1,3	5,08

20 минут при 900° С без ее предварительного подогрева, в зависимости от количества газообразователя. Выбранное нами количество вспенивателя, как видим, для нефелиновой стекломассы является избыточным, несмотря на почти полное отсутствие ее кристаллизации.

Снижая количество криптола до 2% и ослабляя кристаллизационные свойства стекла, что достигается кратковременным спеканием шихты при последующем форсированном охлаждении блоков пеностекла до температуры отжига, удастся получить качественный теплоизоляционный материал с коэффициентом теплопроводности 0,079 ккал/м·час·град. с замкнутыми порами (водопоглощение не превышает 3%).

ЛИТЕРАТУРА

1. Е. М. Шпильков. Труды института строительства и стройматериалов, т. 2, стр. 145—162, Алма-Ата, 1959.
2. Э. З. Житомирская. Стекло и керамика, № 2, стр. 19—20, 1963.
3. И. И. Китайгородский, Т. Н. Кешишян. Пеностекло. Промстройиздат, М., 1953.
4. И. И. Китайгородский, Т. Л. Ширкевич. ДАН СССР, т. 162, № 6, стр. 1339—1341, 1965.