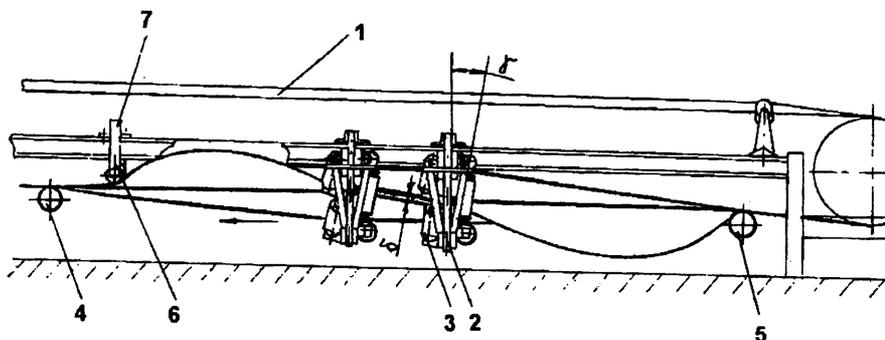


Смачивание жидкостями или смазкой соприкасающихся поверхностей ленты и роликов устройства, а также наличие вырывов, заплаток, отдельных скобок на ленте не отражается на надежности работы конвейера.

Предполагаемое устройство обеспечивает уменьшение габаритов по его длине, что сокращает просыпь материала.



*Устройство для переворота ленты конвейера*

## **НЕКОТОРЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПОРИЗАЦИИ СТЕКОЛЬНОГО ШЛИКЕРА АЛЮМИНИЕВЫМ ГОЗОБРАЗОВАТЕЛЕМ**

Б.С. БАТАЛИН, д-р техн. наук, проф., И.А. БЛОХ

*Пермский государственный технический университет*

Ячеистое (пенистое стекло) по своим физико-механическим свойствам является одним из лучших теплоизоляционных материалов. Высокая прочность при сжатии - до 2.5 МПа, при низкой средней плотности - 150-500 кг/м<sup>3</sup>, низкое водопоглощение - менее 1 % при теплопроводности 0,07 - 0,1 Вт/(мК) делают такое стекло исключительно ценным материалом для повышения термического сопротивления ограждающих конструкций в строительстве. Кроме того, этот материал негорюч, при нагревании не

выделяет никаких летучих компонентов, не повреждается насекомыми, не гниет и не разлагается.

Изделия из ячеистого стекла могут быть получены несколькими способами:

- вспениванием тонкомолотого стекла при нагреве до спекания за счет введенного при помоле стекла газообразователя;
- вспениванием вязко - текучей стекломассы с помощью введенного в шихту газообразователя;
- барботажного вспенивания расплава стекла продуванием через него воздуха или газа;
- вспениванием холодного стекольного шликера с последующим спеканием отформованных изделий [1].

В России для промышленных целей применяют только первый из перечисленных способов.

Для получения изделий из ячеистого стекла технологическая схема предусматривает варку и грануляцию исходного стекла специально подобранного состава. Это обстоятельство приводит к значительным затратам энергоносителей и существенно повышает себестоимость изделий.

Весьма заманчивым поэтому является использование стеклобоя листового и тарного стекла для получения ячеистого стекла.

Основной источник стеклобоя листового стекла - отходы остекления зданий, образующиеся при раскрое. Бой тарного стекла в большом количестве образуется на предприятиях, использующих стеклотару, а также в торговых фирмах и в результате освобождения тары, купленной населением. По имеющимся данным в крупном областном центре образуется до 500 тонн в год учтенного стеклобоя, вывозимого на городские свалки. Неучтенного стеклобоя возникает еще больше [2].

Однако производство ячеистого стекла на основе стеклобоя первыми тремя способами сопряжено с определенными трудностями, к которым можно

отнести низкую деформационную устойчивость изделий в процессе обжига, сложность выдерживания заданных геометрических размеров изделий, образование остеклованных слоев на поверхности изделий, затрудняющих крепление их на цементные растворы.

Работы в области создания изделий из ячеистого стекла на основе стеклобоя проводились в СССР и, в частности в России, однако вследствие указанных технологических особенностей процесса их результаты до настоящего времени не используются. Промышленная технология таких материалов отсутствует.

Нами были проведены исследования возможности получения изделий из ячеистого стекла на основе стеклобоя методом вспучивания стекольного шликера.

Для работы использовали стеклобой состава (масс.%):

$\text{SiO}_2$  - 71,68;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  - 1,95;  $\text{Na}_2\text{O}$  - 13,99;  $\text{K}_2\text{O}$  - 0,51;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  - 0,10;  
 $\text{CaO}$  - 6,85;  $\text{MgO}$  - 4,05;  $\text{SO}_4$  - 0,42;

В качестве газообразователя применяли алюминиевую пудру ППА.

Для активации алюминиевой пудры использовали стиральный порошок «Лотос».

Стеклобой подвергали мокрому помолу в лабораторной фарфоровой шаровой мельнице до получения остатка на сите 0,53 не более 1,5 %.

Полученный при помолу шликер в связи с высокой щелочностью быстро теряет текучесть. Если не принять никаких мер, то коагуляция шликера происходит в течение нескольких минут и приводит к образованию твердого тела высокой плотности, удалить которое из ёмкости, вмещающей его, крайне трудно.

При введении же газообразующей добавки очень важно, чтобы время загустевания шликера не было меньше, чем время прекращения газообразования. Оптимальный вариант - совпадение времени газовыделения с

моментом начала загустевания. При этом процесс загустевания после окончания газовой выделения должен происходить достаточно быстро.

Несмотря на высокую щелочность шликера, приготовленного из одного стекла без каких-либо добавок, вспучивание его при введении алюминиевой пудры происходит крайне слабо из-за медленного газообразования. Для повышения количества газа были использованы две добавки: гидроксид натрия и гидроксид кальция. Для этой цели применяли известь молотую гашенную с содержанием  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  98,3 % и гидроксид натрия  $\text{NaOH}$  ч.д.а.

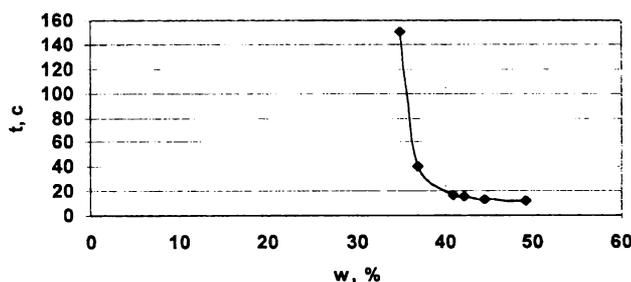
Введение этих компонентов оказывает заметное влияние не только на газовой выделении, но и на текучесть шликера и скорость его загустевания.

Предварительно была исследована зависимость условной вязкости и времени загустевания шликера от содержания в нем воды, извести и гидроксида натрия. Зависимость условной вязкости от влажности показана на графике (рис. 1).

Таблица 1

Исходные данные для построения графика

Влажность $W, \%$	35	37,04	41	42,21	44,54	49,22
Время истечения $t_{\text{ист}}, \text{с}$	150	40	17	15,5	13	12

Рис. 1 График зависимости  $t(\omega)$

В результате получили оптимизированный по времени загустевания состав (масс. %):

стекло - 71; известь - 26; гидроксид натрия - 3; вода (сверх 100 %) - 47.

Этот состав был использован в качестве основы центрального плана [3] многофакторного эксперимента для исследования процесса поризации шликера.

Смесь для этой цели готовили следующим образом.

Взвешивали алюминиевую пудру. Порошок «Лотос» разводили в горячей (95 °С) воде, взятой в количестве примерно 80 % от необходимого. Затем в приготовленном растворе «Лотоса» разводили алюминиевую пудру, размешивали и выдерживали до полного оседания алюминия на дно сосуда. Стекло и известь в сухом состоянии навешивали в необходимом количестве, затем тщательно перемешивали в лабораторной посуде. Гидроксид натрия растворяли в оставшемся количестве воды. Раствор гидроксида натрия и взвесь алюминиевой пудры в воде с «Лотосом» одновременно доливали в приготовленную смесь стекла и извести. Все компоненты тщательно перемешивали до растворения комков и образования однородной массы.

Количество пудры и моющего средства в этой части эксперимента оставляли постоянными, поэтому они не вошли в матрицу планирования.

Натуральные значения факторов, пересчитанные в величины концентрации (г/л), вошедших в матрицу планирования были таковы:

- Стекло

$$X_1^0 = 35,57; \quad Z_1^+ = - 3,0.$$

- Известь

$$X_2^0 = 13,43; \quad Z_2^+ = - 1,0.$$

- Гидроксид натрия

$$X_3^0 = 1,5; \quad Z_3^+ = - 0,5.$$

- Вода

$$X_4^0 = X_1 X_2 X_3 = 23,5; \quad Z_4^+ = - 3,0.$$

Параметрами оптимизации в этой серии экспериментов были коэффициент вспучивания  $K_{вс}$ , который пропорционален количеству выделившегося при вспучивании водорода, и плотность поризованного шликера  $\rho_{0ш}$ , причем плотность минимизировали.

Плотность поризованного шликера определяли в состоянии остаточной влажности.

При этом все исследованные составы сохраняли объем и форму после окончания газообразования и не давали усадки при сушке.

Результаты экспериментов приведены в табл. 2.

Таблица 2

№ Строк и	Кодированные значения состава				$K_{вс}$	$\rho_{0ш}$	$\omega_{ост}$	$\rho_{сш}$
	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4=x_1x_2x_3$				
1	+1	+1	+1	+1	2.05	1.266	0.576	0.610
2	+1	+1	-1	-1	1.71	0.838	0.452	0.459
3	+1	-1	+1	-1	2.28	0.699	0.459	0.378
4	-1	-1	+1	+1	1.50	0.610	0.409	0.480
5	+1	-1	-1	+1	2.00	0.799	0.389	0.488
6	-1	+1	-1	+1	2.44	0.728	0.403	0.535
7	-1	+1	+1	-1	2.12	0.707	0.439	0.396
8	-1	-1	-1	-1	1.30	0.942	0.369	0.594

Из данных табл. 2 следует: минимальная плотность поризованного шликера не совпадает с максимальным значением коэффициента вспучивания. Это объясняется различной остаточной влажностью образцов. При высушивании образцов несовпадение плотности и коэффициента вспучивания сохраняется. При этом обнаруживается, что плотность шликера зависит не только от его влажности, но и от расхода извести, однако эта зависимость носит экстремальный характер.

Можно предположить, что такая закономерность связана с тем обстоятельством, что часть воды при взаимодействии между компонентами шликера в ходе вспучивания переходит в кристаллизационную форму. При этом количество воды, участвующей в таком переходе возрастает с

увеличением количества извести в смеси, но при этом и коэффициент вспучивания также возрастает. Поэтому реальная плотность поризованного шликера является некоторым компромиссом между количеством выделившегося водорода и количеством кристаллизационной воды.

Таким образом, проведенные эксперименты позволили решить следующие задачи:

- получен стекольный шликер, имеющий низкую условную вязкость 17 с при относительно невысокой влажности 41 %;
- увеличено время загустевания стекольного шликера до 6 часов, что делает его пригодным для поризации введением алюминиевой пудры;
- установлена зависимость плотности поризованного шликера от его состава, что позволяет назначить оптимальный состав шликера для получения ячеистого стекла.

1. Демидович Б.К. Производство и применение пеностекла. Минск, 1972. 115 с.
2. Баталин Б.С. Утилизация стеклобоя переработкой в стеклокомпозиционные изделия / В сб. ст.: Проектирование, строительство и эксплуатация зданий и сооружений. - Изд-во ПГТУ, Пермь, 1997. - С. 138-142.
3. Хартман К., Лецкий Э. и др. .Планирование эксперимента в исследовании технологических процессов. Изд-во «Мир», М., 1977. 552 с.