

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА ПЕНОСТЕКЛА

У статті розглянуто існуючі види технологій виробництва піноскла. Показано їх переваги та недоліки.

В статье рассмотрены существующие виды технологий производства пеностекла. Показаны их преимущества и недостатки.

The existing types of foaming glass production technologies are considered in the article. Their advantages and demerits are shown.

Введение

В современной строительной индустрии остро поставлены вопросы энерго- и ресурсосбережения. В Украине 45 % общего потребления энергоресурсов приходится на теплоснабжение зданий. В среднем в стране многоэтажные здания потребляют $450 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ тепла в год, а дома коттеджного типа около $800 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ в год. Для сравнения в Швеции дома коттеджного типа потребляют около $135 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ тепла в год. Одним из наиболее эффективных решений этой проблемы есть снижение потерь тепла через ограждающие конструкции зданий, сооружений, теплосетей и т.д. Для этого необходимы разработка и применение эффективных теплоизоляционных материалов. Одним из таких материалов является пеностекло.

Задачи исследования

С целью усовершенствования эффективной технологии производства модифицированного

пеностекла необходимо рассмотреть наиболее распространенные технологии [1, 2].

Результаты исследований

В промышленном масштабе в настоящее время пеностекло производят лишь порошковым методом. При этом смесь тонко измельченного стекла и пенообразователя нагревают в огнеупорных, обычно металлических формах до спекания и вспенивания. Полученные таким образом блоки пеностекла затем медленно отжигают или в формах в той же туннельной печи, в которой производилось пенообразование (одностадийный способ производства пеностекла, рис. 1), или же после извлечения из форм во второй туннельной печи спекания при температуре около $600 \text{ }^\circ\text{C}$ (двухстадийный способ производства пеностекла, рис. 2).

Отожженные блоки обрабатывают резанием и шлифованием до точных размеров.

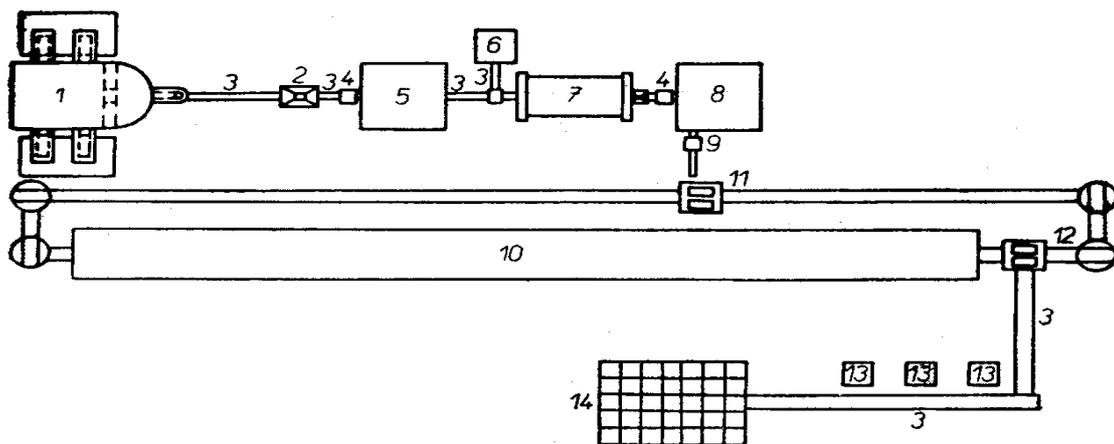


Рис. 1. Схема одностадийного способа производства пеностекла:

- 1 – варка основного стекла; 2 – измельчение необработанного стекла; 3 – ленточные транспортеры; 4 – элеваторы; 5 – бункер стеклового порошка; 6 – бункер пенообразователя; 7 – подготовка вспенивающей смеси; 8 – бункер готовой смеси; 9 – питание вспенивающей смесью; 10 – туннельная печь для пенообразования и отжига; 11 – заполнение форм; 12 – выемка блоков пеностекла из форм; 13 – обработка пеностекла; 14 – упаковка и склад блоков

Технологию производства пеностекла, следовательно, можно разделить на четыре производственных этапа.

1. Варка и подготовка основного стекла.
2. Приготовление пенообразующей смеси.
3. Вспенивание и отжиг.
4. Обработка и упаковка.

Несмотря на значительный спрос на пеностекло на мировом рынке и несмотря на то, что технология его производства в настоящее время общеизвестна и была освоена, по крайней мере, в лабораторном или полупромышленном масштабе в исследовательских лабораториях большинства промышленно развитых стран, производство пеностекла до сих пор бы-

ло налажено только в некоторых странах. Главной причиной этого являются не соображения технического порядка, а скорее всего экономические доводы. Основной трудностью в производстве пеностекла является не его технология, а необходимость обеспечения его низкой стоимости и экономической рентабельности производства. Вопросы экономики производства пеностекла, разумеется, затрагивают и собственно технологию его производства; дешевое сырье, минимальные температуру и время пенообразования, максимальный выход изделий первого сорта, возможности механизации и автоматизации и т.д. [1].

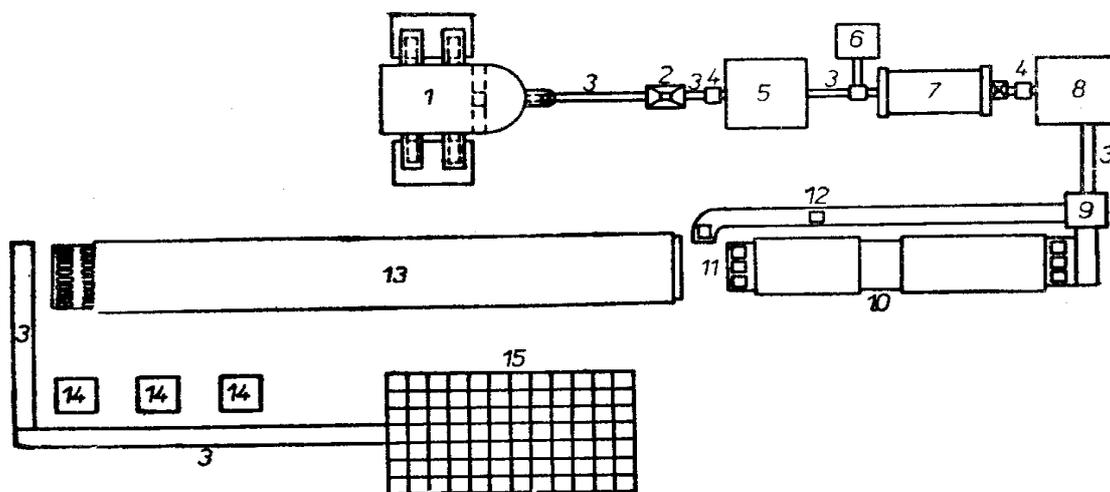


Рис. 2. Схема двухстадийного способа производства пеностекла:

- 1 – варка основного стекла; 2 – измельчение необработанного стекла; 3 – ленточные транспортеры; 4 – элеваторы; 5 – бункер стекольного порошка; 6 – бункер пенообразователя; 7 – подготовка вспенивающей смеси; 8 – бункер готовой смеси; 9 – подача вспенивающей смеси и заполнение форм; 10 – печь для вспенивания; 11 – выемка блоков из форм и перекладка их в отжигательную печь; 12 – обратный транспортер пустых форм; 13 – отжигательная печь; 14 – обработка пеностекла; 15 – упаковка и склад блоков

При получении пеностекла высокого качества возникла необходимость совершенствования ранее освоенной технологии. В институте стекла СССР под руководством И. И. Китайгородского и Б. И. Борисова разработана и испытана опытная конвейерная установка (рис. 3), позволяющая получить непрерывную ленту пеностекла толщиной 40...60 мм на движущейся жаростойкой стальной ленте. В результате проведенных испытаний была доказана принципиальная возможность получения такого пеностекла в виде непрерывной ленты. Однако, несмотря на кажущуюся простоту конструкции установки, заложенная идея в связи с техническими трудностями ее осуществления не была реализована на практике.

В институте «Гипростекло» под руководством Л. М. Бутта был также разработан про-

ект автоматической установки для производства пеностекла АУП-1 (рис. 4), строительство которой было произведено на Гомельском стеклозаводе.

При наладке режима работы АУП-1 возникли затруднения в выборе температурной кривой вспенивания, формирования ленты пеностекла, порезке ее на блоки, снятии их с поддонов и передаче в печь отжига. Ни один из предложенных и испытанных режимов вспенивания не обеспечивал нормальную работу печи.

Анализируя результаты, полученные при освоении АУП-1, отметим, что линия не была освоена из-за отсутствия необходимых сведений о механизме вспенивания пеностекла и характере изменения деформационно-упругих свойств пеномасс при их формовании. Так, неравномерность вспенивания ленты пеностекла

по высоте, как известно, легко устраняется повышением градиента температуры по вертикали, что исключает влияние гидростатического давления столбика расплава, которое обнаруживается при высоте вспениваемого образца более 100 мм. В рассматриваемой схеме печи ввиду высокой скорости движения дымовых

газов по спирали и значительного градиента температуры по ширине канала печи отсутствовала возможность регулировки температуры по высоте рабочего канала. Соотношение высоты ленты пеностекла к ее ширине было также выбрано без учета особенностей процесса вспенивания.

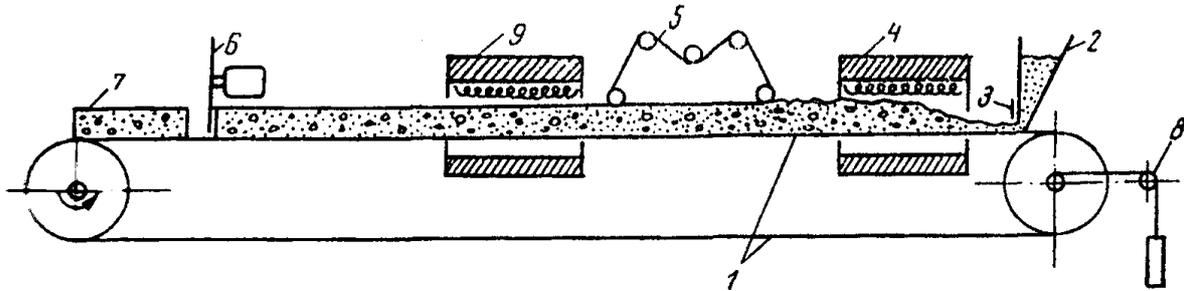


Рис. 3. Схема конвейерной установки для непрерывного вспенивания ленты пеностекла, разработанной в Государственном институте стекла СССР:

- 1 – стальная лента; 2 – расходный бункер; 3 – питатель; 4 – печь вспенивания электрическая; 5 – устройство для выравнивания наружной поверхности ленты пеностекла; 6 – отрезной механизм; 7 – блок пеностекла; 8 – натяжной механизм; 9 – печь отжига

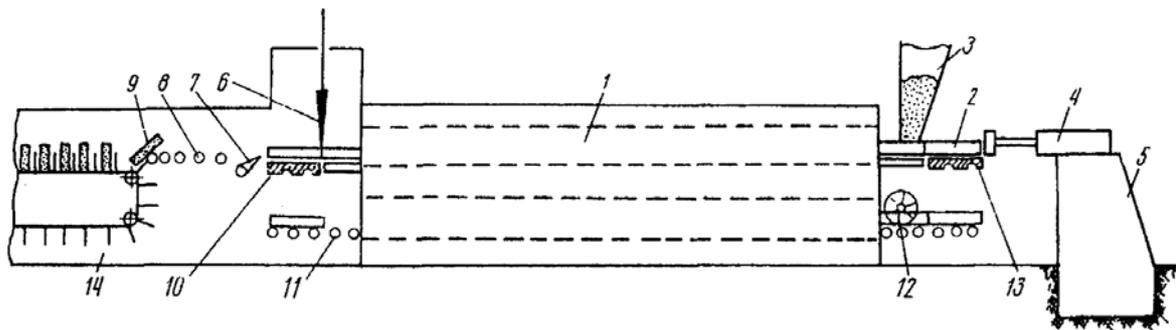


Рис. 4. Схема АУП-1:

- 1 – печь вспенивания; 2 – форма для вспенивания; 3 – бункер для пенообразующей смеси; 4 – толкатель форм; 5 – фундамент толкателя; 6 – отрезной механизм; 7 – механизм для отделения блока пеностекла от формы; 8 – передаточный ролик; 9 – блок пеностекла; 10 – снижатель форм; 11 – ролик для транспортировки порожних форм; 12 – механизм для зачистки форм; 13 – подъемник форм; 14 – печь отжига

Отсутствие в печи зоны стабилизации явилось, на наш взгляд, основной причиной, исключившей возможность стабилизации структуры пеностекла, что затрудняло распиловку бесконечной ленты на блоки и снятие их с поддонов. Между тем известно, что правильно стабилизированное пеностекло на этой стадии уменьшается в объеме и легко отстает от подложки.

Отмеченные нами и некоторые другие трудности, связанные в основном с неудовлетворительной работой отдельных механизмов, послужили основанием для прекращения наладочных работ по освоению вполне прогрессивной по замыслу технологической линии.

Изучение общего состояния заводской технологии и систематизация полученных данных показали, что освоенная ранее в СССР технология производства пеностекла за последние годы существенно не изменилась. Широкое распространение получил одностадийный способ производства пеностекла в туннельных печах с многоярусной садкой форм.

Выводы

Обобщение результатов натурных исследований показало, что на конечные свойства пеностекла оказывают влияние технологические параметры подготовки пенообразующих смесей, их состав и физико-химические свойства, определяемые условиями синтеза, теплообмен

в дисперсной среде, пиропластическом спеке и пеностекле на различных стадиях его формирования, динамика фазовых превращений, обуславливаемая изменением реологических свойств расплава и его кристаллизацией, реакции взаимодействия между газообразователями и компонентами стекла, условия стабилизации структуры и отжига пеностекла и др.

Поэтому важным вопросом при дальнейших исследованиях является разработка эффективной усовершенствованной технологии изготовления пеностекла.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шилл, Ф. Пеностекло [Текст] / Ф. Шилл. – М.: Изд-во лит-ры по строительству, 1965. – 7 с.
2. Демидович, Б. К. Пеностекло [Текст] / Б. К. Демидович. – М.: Изд-во «Наука и техника», 1975. – 19 с.

Поступила в редколлегию 14.01.2010.

Принята к печати 18.01.2010.