

Эффективный теплоизоляционный материал для холодильной техники

**Е.С.Корсаков, А.В. Шугаев, ООО «Объединённая промышленная инициатива»
В.Н.Корниенко, к.т.н., ГНУ ВНИХИ Россельхозакадемии**

«Пеностекло - незаслуженно забытый в нашей стране материал будущего».
Д.т.н., профессор ПГТУ А.А.Кетов

Общее назначение теплоизоляционных материалов – обеспечение необходимых эксплуатационных параметров изолируемого объекта по критериям энергоэффективности, надёжности, долговечности и безопасности.

Эффективность традиционно применяемых материалов с течением времени в большей или меньшей степени снижается под воздействием деструктивных эксплуатационных факторов, таких как наличие влаги, температурных воздействий, механических и вибрационных повреждений. Особенно наглядно это проявляется в холодильной промышленности из-за экстремальных воздействий отрицательных температур окружающей среды, что приводит к ускоренным процессам «старения» теплоизоляционных материалов и понижению энергоэффективности теплозащитных конструкций в целом. При этом растут эксплуатационные затраты, возникают проблемы с поддержанием требуемых температурно-влажностных режимов, обеспечением нор-

мальных условий работы обслуживающего персонала, соблюдением необходимых правил техники безопасности и т.д.

Решение этих проблем в наибольшей степени зависит от разработки и промышленном внедрении высокоэффективных теплоизоляционных материалов с теплофизическими свойствами, учитывающими многолетний опыт создания теплозащитных конструкций для области низких температур. Одним из таких материалов является пеностекло – уникальный негорючий изоляционный материал, срок службы которого значительно превышает аналогичные параметры традиционно применяемых утеплителей при сохранении заявленных заводом-изготовителем тепло-, паро-, влагозащитных показателей.

Впервые в мире о пеностекле как о строительном материале упомянул в своем докладе академик **И.И. Китайгородский** на Всесоюзной конференции по стандартизации и производству новых материалов в Москве еще в 1932 году.

Тогда же были озвучены и теоретические принципы технологии производства этого материала. В Московском химико-технологическом ин-

ституте им. Д.И. Менделеева проводилось экспериментальное изучение экономически выгодного технологического процесса вплоть до полностью отлаженного алгоритма производства промышленного пеностекла большого формата (475x380x120 мм) со стабильными физическими параметрами. Однако дальнейшие практические исследования процессов промышленного производства отечественного пеностекла были прерваны в 40-х годах, и «пальма первенства» в отношении производства пеностекла перешла к США. В СССР к середине 1950-х производство пеностекла было восстановлено, и запущено на четырех стекольных заводах, однако в 90-х годах XX века собственное промышленное производство пеностекла в России снова было утрачено, кроме нескольких экспериментальных печей малой мощности в Томске, Перми, Нижнем Новгороде, Владимире, где пытаются восстановить технологию производства блоков из пеностекла.

В 1937 году в США была основана компания **Pittsburgh Corning Corporation**, которая спустя 5 лет начала промышленное производство пеностекла по заказу ВМС

США, так как надводному и особенно подводному флоту срочно потребовался высококачественный теплоизоляционный материал, способный работать в агрессивных температурных и химических средах, а также не подверженный воздействию морской воды. В 1957 году Pittsburgh Corning Corporation впервые экспортирует пеностекло в Европу. В 1963 году создано подразделение Pittsburgh Corning Belgium, спустя 4 года название европейского отделения компании было изменено на Pittsburgh Corning Europe S.A./N.V.

В настоящее время Pittsburgh Corning Europe S.A./N.V. располагает заводами по производству пеностекла FOAMGLAS® в Бельгии (Тессендерло), Германии (Шмидефельд) и Чехии (Кластерец). Три европейских завода производят порядка 1 000 000 м³ пеностекла в год и располагают собственными лабораториями, в задачи которых входят исследования в области теплотехники и контроль качества продукции. С начала XXI века пеностекло FOAMGLAS® активно продвигается на российский рынок промышленной теплоизоляции.

Остановимся более подробно на свойствах этого уникального материала.

Пеностекло торговой марки FOAMGLAS® представляет собой ячеистый материал со структурой пены, получаемой из стекла специального состава методом вспенивания диоксидом углерода, образу-

Таблица 1. Основные свойства пеностекла FOAMGLAS®

Температура применения, °С	От - 260 до + 430
Предел прочности на сжатие, т/м ²	От 60 до 160 (±10%) (в зависимости от марки)
Паропроницаемость мг/(м·ч·Па)	0
Влагопроницаемость, % от объема	0
Плотность, кг/м ³	От 110 до 160 (в зависимости от марки)
Коэффициент теплопроводности (для марки T4+), Вт/(мК)	+25°С – 0,0422 +10°С – 0,0413 0°С – 0,0385 -10°С – 0,0370 -30°С – 0,0343 -50°С – 0,0317 -100°С – 0,0259

щимся при сгорании тонкодисперсного угольного порошка. Диаметр закрытых газонаполненных ячеек составляет всего 0,5-1 мм. Физические и механические свойства пеностекла FOAMGLAS® позволяют изготавливать из него фасонные изделия необходимой конфигурации (рис. 1).

Уникальными свойствами пеностекла FOAMGLAS® являются его паронепроницаемость и влагонепроницаемость. Основные свойства пеностекла торговой марки FOAMGLAS® представлены в **таблице 1**.

Пеностекло FOAMGLAS® относится к категории негорючих материалов, так как при нагревании не выделяет токсичных веществ; не способствует распространению огня и дыма; не обладает сорбционной способностью. Благодаря этим свойствам пеностекло, помимо собственно теплоизоляции, может применяться как огнезащита продуктопроводов и емкостей для хранения горючих материалов; как конструкционные элементы защиты трубопроводов, запорной арматуры, тех-

нологического оборудования от воздействия открытого огня в течение расчетного времени. В теплоизоляционных элементах строительных конструкций холодильников такой материал незаменим в качестве противопожарных вставок и поясов.

Пеностекло FOAMGLAS®, в отличие от традиционных материалов:

- Абсолютно не подвержено воздействию влаги и не снижает своих теплотехнических характеристик в процессе эксплуатации.

- В составе теплоизоляционной конструкции пеностекло образует герметически замкнутый контур изолируемого

Рис.1. Пеностекло FOAMGLAS® - плиты и фасонные изделия.





Рис. 2. Изоляция скорлупами FOAMGLAS® трубопроводов различного назначения.

объекта и не допускает конденсации влаги на металлических поверхностях холодильных труб, арматуры и оборудования, способствующей возникновению коррозионных процессов.

- Не деформируется (не усыхает и не вспучивается) даже в самых неблагоприятных условиях температурно-влажностных, атмосферных и химических воздействий на протяжении всего срока эксплуатации оборудования.

- Пеностекло совместимо с углеродистыми и нержавеющими сталями всех марок, не разрушается и не теряет своих физических свойств, в том числе под воздействием основных

кислот, щелочей, горюче-смазочных материалов и морской воды.

- Как неорганический материал пеностекло не является пищей и средой обитания для грызунов, насекомых, бактерий и других организмов.

- Пеностекло представляет собой 100% стекло, которое в процессе эксплуатации не выделяет веществ, опасных для жизни и здоровья человека.

Вышеперечисленные свойства пеностекла позволяют эффективно применять его в составе любых теплоизоляционных конструкций, эксплуатируемых как при низких, так и при высоких температурах, в том числе при тепловой изоляции промышленного холодильного и теплообменного оборудования предприятий АПК.

Как показывает практика, по некоторым показателям пеностекло значительно превосходит традиционные теплоизоляционные материалы. В настоящее время среди наиболее распространенных материалов наибольшей популярностью пользуются пенополиуретан, пенополистирол и минеральная вата.

Первое место по объему производства в России и за рубежом занимают дешевые изделия на основе минерального волокна. Однако минераловатные материалы достаточно хорошо пропускают воду и пар, что обусловлено самой природой материала. При изоляции низкотемпературного оборудования теплопроводность

увлажненного минерального волокна стремится к теплопроводности воды $\lambda=0,52$ Вт/(мК), а при отрицательных температурах к коэффициенту теплопроводности льда $\lambda=2,3$ Вт/(мК), и, соответственно, теплозащитная конструкция не отвечает в полной мере проектным расчетам и перестает выполнять возложенную на нее функцию. Как показывает практика, даже при устройстве пароизоляционного слоя, добиться его идеального монтажа и сохранения целостности конструкции в процессе эксплуатации обычно не получается и с течением некоторого времени пароизоляция перестает полноценно выполнять свою функцию.

Теплоизоляционные материалы на основе полистирола и полиуретана, представляя собой класс пенопластов, обладают закрытопористой структурой и наиболее высокими коэффициентами теплопроводности, однако имеют органическую основу и подвержены старению, заключающемуся в окислении и разрушении поверхностного слоя, что приводит к ухудшению теплоизоляционных свойств, особенно при воздействии атмосферного воздуха и солнечной радиации в отсутствие облицовочного защитного слоя. В случае использования этих материалов при монтаже холодильных трубопроводов необходимо использование дополнительного слоя пароизоляции, отсутствие которого ведет в конечном итоге к образованию под теплоизоляционной кон-

струкцией влажной среды и возникновению коррозионных процессов.

Все современные теплоизоляционные материалы на основе полистирола и полиуретана относятся, в подавляющем большинстве, к классу трудносгораемых и не поддерживают горения, но в случае наличия очага возгорания выделяют значительное количество теплоты, дыма или токсичных веществ, поэтому для соответствующих объектов требуют дополнительной негорючей облицовки или огнезащитного покрытия.

Учитывая вышеизложенное, пеностекло как теплоизоляционный материал с замкнутопористой структурой вобрал в себя большинство положительных качеств многих современных материалов, при этом лишен их многих отрицательных свойств:

- при сравнительно низкой

плотности имеет высокую пористость;

- при высокой прочности на сжатие обладает достаточно низкой теплопроводностью и паронепроницаемостью;

- при низком влагопоглощении устойчив к воздействию гнили, микроорганизмов, насекомых, грызунов;

- при возможности изготовления в заводских условиях фасонных элементов любой конфигурации и их «подгонки по месту» непосредственно на объекте пеностекло пожаробезопасно, экологически чисто и долговечно.

Список литературы:

1. Бобров Ю.А., Овчаренко Е.Г., Шойхет Б.М., Петухова Е.Ю. Теплоизоляционные материалы и конструкции. Учебник для средних профессиональных учебных заведений строительного профиля. – М.:ИНФРА–М,2003. –268 с.

Рис. 3. Изоляция азотопровода на складе морепродуктов фасонными изделиями FOAMGLAS®.



Рис. 4. Поверхностная коррозия оборудования под слоем изоляции из минераловатных плит.

2. Демидович Б.К. Производство и применение пеностекла. Минск.: Наука и техника – 1972, с. 304.

3. Демидович Б.К. Пеностекло. – Минск.:Наука и техника, 1975, с. 248.

4. Кетов А.А. Пеностекло – незаслуженно забытый материал будущего. Пермские строительные ведомости.1999. № 12. с. 22-24.

5. Кетов А.А. О причинах отсутствия конкурентов у пеностекла на рынке теплоизоляции. Стройкомплексплюс.: Стройкомплекс Среднего Урала. Екатеринбург.2006. № 1. с. 4-11.

6. Bock M. Polyurethanes for Coating. – Hannover Germany, 2001.–227pp.

7. Материалы сайта www.penosteklo.narod.ru