

# ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕНОСТЕКЛА

Евгений Сосунов  
11 ноября 2005

Пеностекло, как уникальный, состоящий на 100% из стеклянных ячеек материал, было создано в 1930-е гг.: в СССР МХТИ им. Д.И. Менделеева (Москва) и в США в начале 1940-х фирмой Corning Glass Work. Сперва предполагалось применять пеностекло в качестве плавающего материала. Но вскоре выяснилось, что оно дополнительно обладает высокими тепло- и звукоизоляционными свойствами, легко подвергается механической обработке и склеиванию. Впервые бетонные плиты с теплоизоляционной прослойкой из пеностекла были применены в 1946 г. при строительстве одного из зданий в Канаде. Этот опыт оказался настолько удачным, что материал сразу же получил всеобщее признание как долговечная изоляция для кровли, перегородок, стен и полов для всех видов построек. К началу 1950-х гг. пеностекло стало активно применяться и в нашей стране. Оказалось, что новый материал способен с успехом конкурировать в отрасли промышленной теплозащиты и строительной теплоизоляции. При теплоизоляции стен пеностеклом использовалось такое его полезное свойство, как возможность распиловки обычным инструментом. Пористая, шероховатая поверхность материала способствовала хорошему сцеплению со штукатуркой. А такие свойства пеностекла, как влагонепроницаемость, постоянство объема, гигиеничность, устойчивость к температурному и химическому воздействию обусловили широкое использование его в строительстве холодильных сооружений, теплозащите агрегатов в нефтехимической, химической, пищевой, фармакологической промышленности не только у нас в стране, но и за рубежом.

В этой статье мы более подробно остановимся именно на зарубежном, 60-летнем опыте применения пеностекла в строительстве и промышленности.

В результате совпадения интересов два крупнейших стекольных гиганта США: концерн «PPG» и фирма «Corning Glass Work» создали после окончания второй мировой войны совместное подразделение по производству и продвижению пеностекла корпорацию «Питсбург Корнинг». Сегодня это торговая марка «фомглас» крупнейший изготовитель пеностекла в мире, имеющий мощности по его производству и переработке в Северной Америке, Европе (Бельгии, Германии, Чехии), а с недавних пор и в России (цех по изготовлению фасонных изделий из пеностекла в Москве). Экспансия корпорации «Питсбург Корнинг» по занятию лидирующих мировых позиций по выработке пеностекла привела к закрытию в 1990-х собственных производств в Чехии и Германии (существовавших с 1950-х гг.). Помимо этой компании на сегодня существует еще три крупных производителя пеностекла: в Японии (появился на рынке с середины 1960-х), в Китае (в 1980-е) и в Беларуси, в г. Гомеле (с середины 1950-х).

\*

\*

\*

Ежегодно весной в Чехии, в городе Брно, проходит крупнейшая в Европе строительная выставка «IBF». Традиционно ее посещает весьма представительная делегация белорусских строителей, проектировщиков, архитекторов, производителей строительных материалов. Так, в 2005 г. на экспозиции «IBF-2005» работало нескольких сотен участников из Беларуси. В этом весьма познавательном и представительном форуме строителей со всей Европы посчастливилось принять участие и мне. Естественно, как человека, профессионально занимающегося аспектами применения пеностекла, меня более всего интересовала данная тема. И на выставке «IBF» удалось узнать много нового и поучительного в этом отношении.

Еще при входе на экспозицию можно видеть высотное здание администрации выставочного комплекса. Несмотря на свой «возраст» (построено в 1964 г.), оно производит впечатление современной постройки благодаря легкости конструкции, гармонии и выразительности архитектурной формы, хорошей сохранности состояния здания.

Эти положительные особенности объекта следствие того, что возведен он целиком из пеностекла. Лишь несущий каркас сооружения состоит из железобетона и стали. Ограждающие конструкции выполнены из пеностекольных блоков чешского производства с последующей облицовкой декоративными панелями. Низкая плотность пеностекла в сочетании с высокой механической прочностью и малой теплопроводностью, а также долговременность свойств материала позволили создать легкое в конструктивном, эффективное в теплотехническом и надежное в эксплуатационном отношении сооружение.

Любопытно, что его кровля, утепленная пеностеклом, является эксплуатируемой. Заслуга в этом принадлежит именно применению пеностекла, который на фоне иных теплоизоляционных материалов обладает исключительной механической прочностью и гидроизолирующими свойствами. Несмотря на 40-летнюю эксплуатацию, здание не проходило капитальных ремонтов. Судя по состоянию на 2005 год, планировать их не имеет смысла: благодаря использованию пеностекла несущие конструкции не подвергались значительной нагрузке, а ограждающие не изменили своих эксплуатационных свойств.

Из более современных объектов в Брно, где нашел применение данный материал, белорусские строители непосредственно осмотрели следующие.

Торговый центр «Олимпия» (эксплуатируемая кровля, утепленная с применением блоков из пеностекла). В Чехии, особенно на таких специфичных объектах, как гипермаркеты и супермаркеты, торговые центры, крупные спортивные сооружения, гостиничные комплексы и т.п., где одновременно может находиться огромное количество людей, большинство кровель выполняются эксплуатируемыми, с размещением на них стоянок легковых автомобилей, торговых площадок и кафе под открытым небом. Это настолько распространенное архитектурное решение, что для городов Чехии его сегодня можно считать типовым. Одним из классических подходов к утеплению эксплуатируемых кровель является применение пеностекольных блоков. Преимущество подобного выбора заключается в самой высокой механической прочности пеностекла на сжатие среди всех эффективных теплоизоляционных материалов, долговечности сохранения эксплуатационных свойств, устойчивости к воздействию воды и дополнительной гидроизоляции, которую создает слой пеностекла, а также его абсолютной пожаробезопасности.

Дымовая труба ТЭС, Брно (теплозащита конструкции дымовой трубы с использованием блоков из пеностекла). Использование пеностекольных блоков для промышленной теплозащиты дымовых труб является наиболее оптимальным инженерным решением подобной теплотехнической задачи. Причина кроется в тех эксплуатационных воздействиях, которым подвергается теплозащитный слой дымовой трубы, а также конструктивных свойствах, которым должен соответствовать материал. Основными достоинствами пеностекла в этом случае являются: широчайший температурный диапазон его эксплуатации, небольшая плотность (и как результат вес конструкции) при высокой механической прочности, устойчивость к химическому воздействию продуктов горения углеводородного топлива (образуются соединения серы, разрушающие прочие теплоизоляционные материалы за исключением пеностекла).

Примечание: В Беларуси специализированное предприятие, занимающееся вопросами теплозащиты дымовых труб, впервые использовало гомельское пеностекло для теплоизоляции конструкции дымовой трубы (высота 120 м) РК «Осиповичи» в 2001 г., тем самым следуя общемировой практике теплозащиты подобных конструкций.

Моравская галерея, Брно (теплоизоляция стен с внутренней стороны блоками из пеностекла). Зачастую для исторических зданий совершенно не используются схемы по теплоизоляции стен с внешней стороны, т.к. это привело бы к изменению или разрушению исторического фасада здания. В таком случае производится утепление стены изнутри. Как правило, в странах Европы для этих целей используют исключительно блоки из пеностекла. Полимерные органические и волокнистые минераловатные теплоизоляционные материалы не применимы по противопожарным и санитарным причинам.

Частная вилла, Брно (теплоизоляция кровли, стен и цоколя с использованием блоков из пеностекла). Оригинальные архитектурные решения со сложными конструкционными поверхностями приводят к жестким условиям эксплуатации теплоизоляционного слоя конструкции. К теплозащитному материалу предъявляются требования высокой прочности при небольшом весе, устойчивость к постоянным механическим нагрузкам, воздействию воды и ветра. Пеностекло полностью соответствует данным параметрам и поэтому активно применяется для теплоизоляции оригинальных и сложных в архитектурном плане сооружений.

Изучая вопросы зарубежного применения пеностекла в качестве теплоизолятора, следует отметить, что в Европейском Союзе оно является признанным и одним из самых эффективных теплозащитных строительных материалов. Параметры строительного пеностекла оговорены в общеевропейском специальном нормативно-техническом документе EN 13167 Thermal insulation for buildings Factory made cellular glass (CG) products. Здесь стоит отметить, что в ЕС существует всего десять подобных документов, касающихся свойств и применения в строительстве различных типов эффективных теплоизоляционных материалов (на самом деле их количество может быть значительно больше). Причина этого в том, что по всем остальным теплоизоляционным материалам, не имеющим общеевропейских нормативно-технических документов, существуют те или иные ограничения в различных странах Евросоюза. Как видите, пеностекло в ЕС (ни в одной из входящих в союз стран) не имеет каких бы то ни было ограничений и является общепризнанным строительным

теплоизоляционным материалом.

Стоит отметить, что немецкий Франкфурт-на-Майне самый насыщенный утепленными пеностеклом зданиями и сооружениями город Европы. Практически во всех его сколь-нибудь значимых архитектурных объектах (начиная от «Эйфелевой башни» города, городской доминанты здания Commerzbank и заканчивая, пожалуй, самым известным сооружением крупнейшим в мире аэропортом Франкфурта-на-Майне) в качестве основного теплоизоляционного материала применялось пеностекло европейского производства. Основанием такого выбора немецких заказчиков, архитекторов и строителей явились все те же приведенные выше преимущества пеностекла: долговечность эксплуатации, стойкости к механическим воздействиям и влиянию воды и водяного пара, прочности и легком весе. Это более чем актуально в отношении высотных зданий, стоящих на болотистой почве в пойме реки. На иллюстрациях вы можете видеть основные, являющиеся гордостью горожан сооружения Франкфурта-на-Майне, где в качестве теплоизоляционного материала использовалось пеностекло.

Помимо этого, за последнее десятилетие во Франкфурте-на-Майне оно нашло применение еще на 187 серьезных строительных объектах, среди которых можно выделить характерные как для Германии, так и для Европы в целом типы зданий и сооружений:

- Высотные здания и небоскребы (головные отделения банков, корпораций и фирм).
- Административные и общественные сооружения, имеющие оригинальные архитектурные решения со сложной конструкцией и криволинейными поверхностями (спортивные комплексы, кинотеатры, общественные центры, технопарки).
- Здания с историческими формой и фасадами (дворцы, театры, университеты, храмы).
- Сооружения с большой площадью кровли (гипермаркеты, терминалы аэропортов, сборочные конвейеры, стадионы и спортивные площадки).
- Здания гостиниц и отелей.

Учитывая, что причина применения пеностекла на высотных зданиях (долговечность и стойкость), в сложных архитектурных конструкциях и в утеплении криволинейных поверхностей (прочность и простота обработки), а также в исторических постройках (пожаробезопасность и санитарно-гигиеническая чистота) достаточно подробно была рассмотрена выше, остановимся на теме преимуществ его использования на кровле и при утеплении гостиниц и отелей.

Как материал для теплоизоляции кровель пеностекло занимает ведущие позиции в Европе и Северной Америке. Это стало возможным благодаря не только его преимуществам, но и очевидным недостаткам его «оппонентов» в области обустройства теплоизоляционного слоя на кровле минераловатных плит и пенополистирола. Блоки из пеностекла, обладая высокой прочностью на сжатие, не дают усадки во время эксплуатации кровли, устойчивы благодаря своей структуре к воздействию воды, имеют коэффициент теплового линейного расширения, сопоставимый с аналогичным показателем железобетона, долговечны. Более того, в сочетании с кровельными материалами они образуют единую водонепроницаемую конструкцию, имеющую длительный срок службы т.е. на крыше появляется дополнительный гидробарьер.

При повреждении гидроизоляции пеностекло не допускает распространения воды как в вертикальном, так и в горизонтальном направлении. В отличие от него пенополистирол имеет низкую стабильность размеров, невозможность герметичного соединения стыков, высокий коэффициент линейного расширения ( $70 \cdot 10^{-6} / K$ ), паропроницаемость при одновременно небольшом испарении водяного пара. Что касается минераловатных плит, то здесь основными недостатками выступают конденсации посредством диффузии водяного пара изнутри здания, конвекция (из-за того, что крыша не является воздухонепроницаемой), проникновение влаги в утеплитель.

Фактически общей практикой в Европе на зданиях и сооружениях с большой площадью кровли и значительной нагрузкой на несущие конструкции стал демонтаж теплоизоляционного слоя, выполненного из минераловатных или полимерных теплозащитных материалов, и создание вместо него покрытия из пеностекольных блоков. Типичным примером служит здание олимпийского бассейна в Люксембурге, построенное в 1982 г. с применением полимерных и минераловатных материалов для утепления кровли.

Регулярно проводимый мониторинг работы теплоизоляционного слоя этого объекта показал полную утрату теплозащитных свойств слоев утеплителя и значительное увеличение нагрузки на несущие конструкции здания за счет накопления в нем воды уже через 18 лет существования сооружения. Поэтому было принято решение о демонтаже полимерных и минераловатных материалов с кровли бассейна и замене их блоками из пеностекла. Эти работы проведены в 2002 г.

В области теплоизоляции кровли особенно актуальным стало применение пеностекла на кровлях автомобильных конвейеров, где площадь составляет сотни тысяч квадратных метров и особенно важны вопросы огнестойкости, не увеличения веса теплоизоляционного слоя и нагрузки на несущие

конструкции за время эксплуатации кровли, устойчивости утеплителя к воздействию влаги. Большинство кровель европейских автомобильных конвейеров утеплены с использованием именно пеностекла в качестве теплоизоляционного материала.

Примечание: После пожара в 1993 г. кровли конвейера «КАМАЗ» (горел пенополистирол) в качестве нового утеплителя использовано белорусское пеностекло. Во время ремонта «АвтоВАЗ» в начале 2000-х проведена замена старого утеплителя на бельгийское пеностекло. В настоящий момент согласовано утепление кровли конвейера «МАЗ» с заменой старого утеплителя на отечественное (белорусское) пеностекло.

Следует отметить положительный опыт использования пеностекла нашими украинскими и российскими соседями. Например, для утепления большинства реновируемых и вновь возводимых зданий в центре Киева используется европейское или белорусское пеностекло. За последние несколько лет более пяти десятков крупных и социально значимых зданий там утеплены с применением в основном бельгийского пеностекла.

В России еще со времен СССР пеностекло собственного производства активно применялось для теплоизоляции зданий и в частности кровель (Дворец Съездов, телецентр Останкино, гостиница «Россия» и т.д.). И в наши дни при оценке баланса цена-качество по теплоизоляции наиболее ответственных объектов применяется либо бельгийское либо белорусское пеностекло. Например, бельгийское пеностекло было выбрано в качестве утеплителя при реконструкции Кремля в Москве, стадиона Лужники, Гостиного Двора.

Наиболее значимым проектом последнего времени стала замена газобетона на пеностекольные блоки на одном из самых больших классических куполов мира куполе Новосибирского оперного театра. Старый утеплитель утратил свои теплозащитные свойства и за счет накопления влаги увеличивал нагрузку на несущие конструкции.

Интересным аспектом использования пеностекла является теплоизоляция зданий гостиниц и отелей. Дело в том, что требуемые характеристики эксплуатации таких объектов существенно отличаются от обычных жилых зданий. Есть две основные причины, по которым заказчики и архитекторы в подобных сооружениях в качестве основного теплоизоляционного материала выбирают именно пеностекло. Во-первых, в гостиницах идет очень интенсивное потребление воды проживающими, что влияет на нагрузку водяного пара на строительные конструкции здания, особенно на материал теплоизоляционных слоев ограждающих конструкций. Более того, в гостиничном комплексе располагаются прачечные, бассейны, сауны, кухни, которые также добавляют нагрузку водяного пара на теплоизоляционный материал. На сегодня единственным эффективным теплоизолятором, способным противостоять такому воздействию, является пеностекло. Во-вторых, к отелям проявляются более жесткие противопожарные требования в отношении применяемых строительных материалов. Материалы не только не должны гореть, но и ни в коем случае не выделять токсичных паров и газов при нагревании до высоких температур. Такие свойства опять же присущи только пеностеклу.

И в-третьих, гостиница должна быть построена так, чтобы максимально удлинить срок между капитальными ремонтами объекта. Поэтому в Европе и Северной Америке известные «брендовые» гостиничные холдинги используют в своих зданиях в качестве теплоизоляционного материала зачастую исключительно пеностекло.

В заключение более лаконично и вкратце стоит остановиться на вопросе промышленного и технического применения пеностекла. Как теплоизоляционный материал оно доминирует в таких отраслях, как химическая и нефтехимическая (благодаря устойчивости к кислотно-щелочному и воздействию активных углеводородных жидкостей и газов), а также в пищевой и фармакологической промышленности (благодаря своей уникальной санитарно-гигиенической безопасности на 100% состоит из обычного силикатного стекла и экологической чистоте).

В данных сферах пеностекло применяется не только для теплоизоляции зданий и сооружений, но и для теплозащиты оборудования, механизмов и агрегатов. Практически безальтернативно оно в атомной промышленности, т.к. имеет самый высокий класс пожаробезопасности и огнестойкости среди всех классических строительных теплоизоляционных материалов.

[www.penosteklo.narod.ru](http://www.penosteklo.narod.ru)