Пеностекло

Пеностекло – уникальный, состоящий на 100% из стеклянных ячеек материал, было создано в 30-е годы прошлого столетия: в СССР (МХТИ им. Д.И. Менделеева, Москва) и в США – в начале сороковых годов фирмой «Corning Glass Work». Вначале предполагалось применять пеностекло в качестве плавающего материала. Но вскоре выяснилось, что оно обладает еще и 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.

Уникальные свойства пеностекла в зна чительной степени обусловлены как химическим составом конечного продукта (на 100% совпадающем с составом обычного посудного, бутылочного или оконного стекла), так и термическим процессом вспенивания и отжига. Алгоритм технологического процесса, вкратце выглядит следующим образом.

**Технология производства пеностекла**

Стеклянный гранулят и стеклянный бой размалывают, используя шаровые мельницы в смеси с газообразователем (каменный уголь) в тонкий порошок загружают в формы из жароупорной стали с каолиновой обмазкой. Формы на вагонетках и по роликовому конвейеру подают в туннельную печь. Под действием высокой температуры происходит размягчение частиц стеклянного порошка и его спекание. Газы, выделяющиеся при сгорании и разложении газообразователя, вспучивают вязкую стекломассу. При охлаждении образуется материал с ячеистой структурой. Медленное охлаждение (отжиг) способствует равномерному остыванию изделий по объему, поэтому в них не возникают внутренние напряжения и не образуется трещин. Охлажденные изделия распиливают, оправляют на опиловочном оборудовании и упаковывают.

В результате данных этапов производства и получаются блоки из пеностекла. Химический состав пеностекла на 100% совпадает с химическим составом классического стекла и включает в себя оксиды кремния, кальция, натрия, магния, алюминия. Газовая среда полностью замкнутых стеклянных ячеек не взаимодействует с атмосферой и представляет собой, в основном, оксиды и соединения углерода. Давление газовой среды в ячейках на порядок ниже атмосферного давления, т.к. процесс вспенивания происходит за счет выделения газов коксом, антрацитом и сажей при температуре порядка 1000°С. Благодаря газообразованию и вспениванию стекла объем стекла увеличивается в 15 раз.

Сотовая структура пеностекла, где стенки и узлы ячеек состоят из такого прочного материала, как стекло, обусловили уникальную прочность пеностекла и способность противостоять механическим нагрузкам. Матрица узлов и связей структуры пеностекла представляет собой наиболее оптимальную пространственно-объемную конфигурацию, способную при минимальной плотности выдерживать максимальные нагрузки. Основные параметры ячейки пеностекла характеризуются следующими показателями: при среднем диаметре ячейки 2 000 мкм толщина стенок ячеек варьируется в интервале от 20 до 100 мкм.

**Основные преимущества пеностекла**

Долговечность эксплуатации

Гарантированный срок эксплуатации блоков из пеностекла с сохранением значений физических характеристик материала равен сроку эксплуатации здания и превышает 100 лет.

Экспериментальные исследования объектов, утепленных пеностеклом, более 50 лет назад показали отсутствие существенных изменений в структуре пеностекла. Фактор сохранения теплозащитных свойств на протяжении всего существования здания особенно важен ввиду недоступности теплоизоляционного материала после завершения работ. Пеностекло не подвержено старению по ряду причин, т.к. его уникальные свойства противостоят активным факторам, проявляющим себя с течением времени: окисление. Активный кислород, содержащийся в атмосфере, не оказывает ни малейшего воздействия на пеностекло по причине того, что этот материал состоит исключительно из высших оксидов кремния, кальция, натрия, магния, алюминия; эрозия. Поскольку пеностекло не имеет растворимых компонентов в своей структуре, не происходит растворения и размыва материала водой; температурные перепады. Пеностекло имеет очень низкий коэффициент линейного температурного расширения, что позволяет без ущерба для структуры материала переносить суточные и годовые колебания температуры; замерзание воды. При замерзании вода расширяется и может разрушать, затекая в трещины, даже такие прочные минералы, как базальт и гранит. Поверхность пеностекла состоит из полусфер, сам материал представляет собой замкнутые ячейки, вовсе исключающие попадание воды внутрь, поэтому расширение воды при замерзании не разрушает пеностекло; деформация. Пеностекло совершенно не деформируемый и очень прочный для своей плотности материал, что полностью исключает возможность его усадки, провисания, съеживания и т.п. последствий длительного воздействия силы тяжести и механического воздействия; активность биологических форм. Пеностекло не является питательной средой для грибка, плесени и микроорганизмов, не повреждается корнями деревьев, поэтому активность биологических форм не наносит вреда структуре материала в течение времени.

Прочность

Пеностекло самый прочный из всех эффективных теплоизоляционных материалов. Прочность пеностекла на сжатие в несколько раз выше, чем у волокнистых материалов и пенопласта. Насколько важна прочность, и особенно прочность на сжатие, для теплоизоляционных материалов в строительстве? Прежде всего, чем выше прочность на сжатие, тем менее (что логично) сжимается материал, подвергшийся внешнему воздействию. В то же время сжатие теплоизоляционного материала приводит к увеличению его теплопроводности и снижению теплозащитных свойств конструкции. Пеностекло уникально тем, что является абсолютно не сжимаемым материалом. Более того, менее прочный, чем пеностекло, теплоизоляционный материал требует анкерного и штыревого крепления к несущей конструкции сооружения и, чем он менее прочен, тем больше элементов крепления необходимо использовать для фиксации теплоизоляционного слоя и тем самым увеличивая количество инородных высокотеплопроводных включений, создающих дополнительные «мостики холода». Более прочный теплоизоляционный материал может нести часть нагрузки за счет собственных физических свойств, позволяя в некоторых случаях и вовсе не применять дополнительных металлических креплений, уменьшающих сопротивление теплопередаче теплоизоляционного слоя.

Стабильность размеров блоков

Благодаря тому, что пеностекло состоит исключительно из стеклянных ячеек, этот материал не дает усадки и не изменяет геометрические размеры с течением времени под действием веса строительных конструкций эксплутационных нагрузок. Все это имеет очень существенное значение как для всей строительной конструкции в целом, так и для сохранения эксплуатационных свойств теплоизоляционного слоя.

Наличие данного фактора весьма важно, т.к. материалы, размеры которых не стабильны из-за теплового расширения/сжатия или усадки во время эксплуатации могут вызывать повреждение гидроизоляционного и отделочного слоев, образовывать «мостики холода» из-за усадки, провисания или сжатия при охлаждении.

Пеностекло изготовлено из стекла и имеет коэффициент температурного линейного расширения, сопоставимый с коэффициентом температурного линейного расширения материалов, из которых состоят классические несущие конструкции: бетон, сталь, кладка из керамического или силикатного кирпича. Эта близость значений гарантирует стабильность размеров пеностекла, уложенного или смонтированного на стальную или бетонную конструкцию.

Устойчивость физических параметров

Пеностекло представляет собой материал, состоящий из герметично замкнутых гексагональных и сферических ячеек. Такая структура материала исключает взаимодействие газовой среды ячеек с атмосферой и обуславливает неизменность во времени характеристик материала. То есть, во время эксплуатации не происходит изменения таких параметров блоков из пеностекла, как теплопроводность, прочность, стойкость, форма и т.д. Фактор сохранения свойств теплоизоляционного материала с течением времени особенно важен при эксплуатации зданий и сооружений ввиду недоступности материала после завершения работ.

На территории бывшего СССР, а также в Европе и Северной Америке пеностекло использовалось в качестве утеплителя более 50 лет. Натурные обследования, результаты лабораторных испытаний, замеры физико-технических параметров блоков из пеностекла, взятых из строительных конструкций со сроком эксплуатации, исчисляемым 40–50 годами, показали, что характеристики пеностекла практически не изменились, т.к. результаты измерений совпали с первоначальными значениями.

Актуальность сохранения первоначальных значений параметров утеплителя во время эксплуатации здания и сооружения имеет в современном строительстве первостепенное значение, как по причине повышенных требований заказчиков и потребителей, предъявляемых к эксплутационным качествам всего здания или сооружения, гарантии их неизменности во времени, так и архитектурного усложнения конструкций здания, где затраты на капитальный ремонт и замену утратившего свои свойства утеплителя сопоставимы с затратами на возведение и постройку.

Устойчивость к химическому и биологическому воздействию

Стекло, из которого на 100% состоит пеностекло, не разрушается химическими реагентами (за исключением плавиковой кислоты), не является питательной средой для грибка, плесени и микроорганизмов, не повреждается корнями растений, абсолютно «непроходимо» для насекомых и грызунов и представляет собой идеальный барьер для подобных вредителей.

Стойкость пеностекла к гниению и отсутствие питательной среды для распространения плесени и грибков особенно важно при использовании пеностекла в замкнутом, невентилируемом пространстве кровли, стен, цоколя и фундамента. Отсутствие органики позволяет гарантированно избежать ситуаций, связанных с разрушением и деструкцией теплоизоляционного материала под влиянием биологически активной среды.

Пеностекло, помимо всего прочего, очень хороший абразивный материал. В то же время природа еще не создала ни одной биологической формы, способной точить абразивы без быстрой потери естественных приспособлений. Эту особенность пеностекла активно используют при теплозащите зернохранилищ, промышленных пищевых холодильников, складов, т.к. при использовании пеностекла, помимо теплозащитного слоя, удается создать надежный барьер на пути вредителей.

Негорючесть и огнестойкость

Пеностекло полностью негорючий материал, не содержащий окисляющихся или органических компонентов. Технология производства пеностекла такова, что готовое изделие получается в результате изготовления в печах при температуре, близкой к 1000°С, поэтому при нагревании пеностекла до высоких температур оно лишь плавится как обычное стекло без выделения газов или паров. Этот фактор важен для противопожарных свойств конструкции.

Основные критерии пожарной безопасности – негорючесть материала и отсутствие поглощающей способности. Пеностекло не является горючим и абсорбирующим материалом и, следовательно, способно обеспечить наилучшую противопожарную защиту изолируемых объектов.

Влагонепроницаемость, водостойкость и негигроскопичность

Вода не оказывает на пеностекло никакого воздействия по двум причинам: пеностекло состоит из герметично замкнутых ячеек, материал стенок которых – обычное силикатное стекло. Оно не впитывает влагу и не пропускает ее, при использовании в ограждающей конструкции создает дополнительный гидробарьер. При повреждении гидроизоляции не допускает распространения воды, как в вертикальном, так и в горизонтальном направлении.

Водостойкость пеностекла позволяет ему в течение длительного времени предотвращать образование льда, обеспечивать полную защиту от коррозии и отличную терморегуляцию. Пеностекло устойчиво к воздействию как пресной, так и соленой воды.

**Экологическая чистота и санитарная безопасность**

Экологическая и санитарная безопасность пеностекла позволяет осуществлять утепление ограждающих конструкций не только для помещений, в которых необходима повышенная чистота воздуха (здания образовательного и медицинского назначения, спортивные сооружения; музеи; высокотехнологичные производства и т.п.), но и для зданий со специальными санитарно-гигиеническими требованиями (пищевая и фармакологическая промышленность; бани и сауны; бассейны; кафе, рестораны, столовые и т.п.).

Простота обработки

Пеностекло легко обрабатывается столярным инструментом под любые необходимые размеры и форму. Связывается и склеивается любым типом строительной смеси, битума или клея. Все это позволяет осуществлять монтаж пеностекла с использованием различных вариантов крепления. Обусловлено это тем, что прилипание происходит не столько за счет адгезии (которая, тем не менее, присутствует), а за счет чрезвычайно развитой поверхности пеностекла и механического сцепления поверхностей при помощи затвердевающего состава.