

Пенополистирол и его применение в качестве теплоизоляции

Пашкевич Е. Н.

Научный руководитель – Красулина Л. В.
Белорусский Национальный Технический Университет
Минск, Беларусь

Пенополистирол — это легкий ячеистый изоляционный материал белого цвета, который изготовлен на основе полистирола в процессе термального вспучивания гранул полистирола (при воздействии газообразователя). Открытие пенополистирола было сделано в 1951 году в Германии. Поначалу применялся как теплоизолятор для обшивки наружных стен строений.

Пенополистирол является незаменимым материалом для утепления подземных частей здания и фундаментов, стен подвалов и цокольных этажей — там, где применение других видов теплоизоляции невозможно из-за капиллярного поднятия грунтовых вод. Кроме того, пенополистирол предохраняет гидроизоляцию от негативного воздействия окружающей среды. Этого позволяют добиться такие качества пенополистирола, как влагостойкость, легкость и долговечность. Плиты из пенополистирола почти невесомы, их удобно транспортировать и монтировать.

Строительный пенополистирол можно разделить на два вида:

- вспененный пенополистирол, который получается методом вспенивания гранул полистирола;
- экструзионный пенополистирол, который получается методом экструзии (обозначение XPS).

Формовка вспененных гранул в готовые изделия происходит беспрессовым и прессовым способами. В основном он используется для теплоизоляции фундаментов, полов, стен, кровель зданий. Пенополистирольные плиты на 98% состоят из воздуха. Этот факт обуславливает основные свойства пенополистирола:

– низкая теплопроводность и термическое расширение (пенополистирол — идеальный утеплитель, который обеспечивает высокую теплосберегающую способность),

– высокая теплоизоляция (в зданиях, утепленных пенополистирольными плитами, значительно сокращаются расходы на отопление; теплосберегающие свойства пенополистирола используются также при строительстве холодильных установок и оборудования);- хорошая звукоизоляция от ударного шума (для обеспечения высокой звукоизоляции необходима пенополистирольная плита толщиной всего 2-3 см; чем толще слой пенопласта, тем выше шумопоглощающие и звукоизолирующие свойства);- струк-

турная стабильность в широком диапазоне температур (нижний предел — -180°C , верхний $+80^{\circ}\text{C}$); устойчивость к биологическим и химическим воздействиям;

- высокое сопротивление диффузии водяных паров и высокий коэффициент влагостойкости (пенополистирол не растворяется, не впитывает воду и влагу, не разбухает);

- высокая прочность при низкой плотности (это свойство позволяет пенополистиролу нести высокую равномерную механическую нагрузку и при этом не подвергаться деформации);

- небольшой вес (позволяет легко транспортировать пенополистирол, уменьшить расходы при строительстве, а также сократить сроки монтажа).

Пенополистирол как строительный материал очень технологичен. Он легко поддается механической обработке простыми и общедоступными инструментами - хорошо пилится пилой и режется ножом. Срез у пенополистирола четкий, прямолинейный и имеет ровную поверхность. При необходимости на поверхность пенополистирола легко может быть нанесен слой клеящего или связующего материала. Слой пенополистирола толщиной в 12 см по теплосбережению равен двухметровой стене из кирпича. Поэтому пенополистирол является одним из самых востребованных строительных утеплителей. При всех достоинствах пенополистирола особенно стоит отметить его невысокую цену. Самая замечательная характеристика пенополистирола - его низкая теплопроводность, в связи с чем он признан одним из наиболее эффективных утеплителей в строительстве. Объясняется это тем, что пенополистирол представляет собой пористое тело, поры которого заполнены, как правило, воздухом. А его теплопроводность в спокойном состоянии равна $0,028 \text{ Вт}/(\text{м } ^{\circ}\text{C})$. Гранит же, например, имеет коэффициент теплопроводности в 100 раз больше - около $3 \text{ Вт}/(\text{м } ^{\circ}\text{C})$, сталь - приблизительно $70 \text{ Вт}/(\text{м } ^{\circ}\text{C})$, алюминий - почти $190 \text{ Вт}/(\text{м } ^{\circ}\text{C})$.

Теплопроводность для одного и того же материала не постоянна. Она может изменяться в зависимости от его плотности, влажности (чем больше влажность, тем больше теплопроводность), температуры и направления теплового потока.

Но при таких замечательных качествах, пенополистирол имеет и значительные недостатки. Результаты исследований трёхслойных стеновых панелей с утеплителем из пенополистирола показали, что внутри таких панелей появляется поверхность раздела сред с разной плотностью и проницаемостью. На этой поверхности создаются условия для накопления влаги, которая неизбежно впитывается бетоном. В итоге – резкое понижение сопротивления теплопередаче стены и опасность ее промерзания. Как показали замеры, проведенные экспертами Научного центра экологической токсикологии в Москве, содержание токсичных веществ в панелях для

жилья, превышают ПДК в десятки и сотни раз. При этом именно те же токсичные вещества, превышающие ПДК в несколько раз, присутствовали и в воздухе жилых помещений. Пенополистирол неизбежно разрушается под действием кислорода воздуха и выделяет при этом вредные для здоровья вещества. Именно они, а не стирол, определяют экологическую опасность пенополистирола. Рассуждая о токсичности продуктов его горения, иные белорусские авторы не видят в ней особой опасности, ссылаясь на малое количество обнаруженного при соответствующих испытаниях оксида углерода. Именно этот, угарный, газ в основном, по мнению упомянутых авторов, обуславливает токсический эффект при горении пенополистирола. Доля оксида углерода в продуктах разложения мала, но это совсем не означает, что нет в большом количестве других, еще более токсичных веществ. И это обстоятельство периодически получает зловещие подтверждения, в чем-то перекликаясь с таким фактом: в свое время американцы заменили нефть полистиролом в составе напалма, чтобы его нельзя было потушить. Практически весь полистирол в пенополистирольном изделии находится в виде тонких плёнок. И вся их поверхность доступна воздуху, а значит – кислороду. И указанные плёнки естественным образом стареют, в результате чего срок службы пенополистирольных изделий оказывается не очень продолжительным. Так, один из российских учёных определил, долговечность выполненной без брака штукатурной системы с беспрессовым пенополистиролом составляет 30 лет. Пенополистирол является горючим материалом, продукты горения которого опасны для здоровья. Не смотря на отрицательные качества, пенополистирол широко применяется в системе утепления зданий.

Одна из наиболее часто предлагаемых систем утепления – это система, при которой несгораемый утеплитель крепится клеем и дюбелями с шайбами на наружной поверхности стены, а затем на утеплитель наносится защитно-отделочное покрытие, состоящее из нескольких слоев полимерных и полимерцементных составов, армированных стеклотеткой. Такая система является самонесущей комплексной конструкцией, которая должна гарантировать не только долговременную несущую способность, но и длительный период сохранять первоначальные теплозащитные свойства при эксплуатационных воздействиях. Важно помнить, что теплозащитные свойства ограждающих конструкций сильно зависят от влажности материалов, из которых они выполнены. Подавляющее большинство строительных материалов содержит определенное количество пор, которые в сухом состоянии заполнены воздухом. При повышении влажности поры заполняются влагой, теплопроводность которой в 20 раз больше, чем у воздуха, что приводит к резкому снижению теплоизоляционных свойств материалов, а значит и конструкций, элементами которых они являются.

В работе исследована теплопроводность пенополистирольных плит с различной степенью их увлажнения.

Увлажнение предварительно высушенных и взвешенных образцов производили в течении 5 месяцев путем выдерживания до равновесного состояния в искусственно созданных паровоздушных средах, имеющих относительную влажность воздуха 40, 60, 80, 90, 97 % при температуре 20 °С, и в последующем определении сорбционной влажности этих образцов путем взвешивания. Полученные результаты для пенополистирола различной плотности представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Сорбционная влажность пенополистирола

| Средняя плотность материала, кг/м | Относительная влажность воздуха, % | Сорбционная влажность материала, % |
|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 16 | 40 | 0,44 |
| | 60 | 0,50 |
| | 80 | 0,78 |
| | 90 | 0,90 |
| | 97 | 1,16 |
| 26 | 40 | 0,36 |
| | 60 | 0,44 |
| | 80 | 0,66 |
| | 90 | 0,81 |
| | 97 | 0,96 |
| 37 | 40 | 0,31 |
| | 60 | 0,37 |
| | 80 | 0,54 |
| | 90 | 0,69 |
| | 97 | 0,80 |

Сорбционная влажность исследованных материалов даже при максимальной относительной влажности воздуха имеет значение близкое к 1% и не достигает значений влажности этих материалов и приведённых в нормативных документах для условий эксплуатации А и Б. Теплопроводность образцов пенополистирола определяли стационарным методом согласно СТБ 1618, который допускает испытание сухих образцов и образцов с влажностью, не превышающей максимальную сорбционную [2]. Образцы увлажняли в паровоздушных средах, имеющих относительную влажность 75% и 90% при температуре 20 °С до достижения ими максимальной сорбционной влажности. Результаты проведенных исследований представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Теплопроводность пенополистирола различной плотности и влажности

| Средняя плотность материала, кг/м ³ | Теплопроводность материала | | |
|--|----------------------------|--|---|
| | в сухом состоянии, Вт/(м | выдержанного при относительной влажности воздуха 75% | выдержанного при относительной влажности воздуха 90% Вт/(м*К) |
| 16 | 0,0398 | 0,0419 (влажность материала 0,7... 0,8%) | 0,0431 (влажность материала 1,0... 1,2%) |
| 26 | 0,0378 | 0,0396 (влажность материала 0,6... 0,7%) | 0,0406 (влажность материала 0,9..., 1,0%) |
| 37 | 0,0374 | 0,0391 (влажность материала 0,4...0,5%) | 0,0399 (влажность материала 0,7...0,8%) |

Результаты проведенных исследований показали, что при увеличении сорбционной влажности пенополистирола различной плотности наблюдаются незначительные изменения теплопроводности, что объясняется закрытой ячеистой структурой материала. Благодаря такой структуре пенополистирол характеризуется высокими стабильными теплоизоляционными свойствами, теплопроводность во влажных условиях изменяется в пределах 0.0391 до 0.0431Вт/(м*К)в зависимости от плотности и влажности материала. Полученные результаты показывают стабильность значений теплопроводности пенополистирола при увеличении его влажности до 1,2 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Строительная теплотехника: ТКП 45-2.04-43-2006.
2. Материалы строительные. Методы определения теплопроводности при стационарном тепловом режиме: СТБ 1618.