

СРАВНЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ УТЕПЛЯЩИХ МАТЕРИАЛОВ

Е. В. Хатина

Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

Все известные теплоизоляционные материалы деструктурируют в процессе эксплуатации, вследствие чего уменьшается термическое сопротивление стены с ее последующим разрушением. Один из путей решения: для эффективного утепления существующего жилого фонда необходим материал, обладающий высокой паропроницаемостью, долговечностью и ремонтпригодностью.

Ключевые слова: долговечность теплоизоляционных материалов, сравнение теплоизоляционных материалов, динамическая теплоизоляция.

Преимущества динамической теплоизоляции заключаются в следующем:

- снижется стоимость отопления и отопительной установки за счет значительного снижения теплопотерь от теплопередачи через конструкции, снижения температурного градиента по высоте в высоких помещениях, использования рекуперативного тепла посредством теплонасосов и контролируемого воздухообмена;

- улучшается микроклимат в помещении за счет принудительной вентиляции отфильтрованным воздухом, отсутствия сквозняков при постоянной вентиляции, охлаждения теплоизоляции крыши наружным воздухом летом; за счет регулирования направления потока воздуха можно влиять на стабильность внутреннего температурно-влажностного режима при нестационарных условиях снаружи; полы с динамической теплоизоляцией могут иметь температуру внутреннего воздуха;

- снижается стоимость конструкции за счет исключения проблем, связанных с диффузией и конденсацией водяного пара; исключается устройство дорогостоящей пароизоляции.

Таким материалом может являться засыпной утеплитель из гранул вспененного пенополистирола, обеспечивающий эффект динамической теплоизоляции и имеющий возможность самостоятельно вентилироваться круглый год [1, 2].

Запатентованная конструкция утепления стены с засыпным утеплителем (гранулированный пенополистирол) имеет ряд преимуществ перед другими типами утепления [3].

С целью сравнения эксплуатационных свойств утепляющих материалов был прове-

дён ряд дополнительных экспериментов для определения следующих параметров различных теплоизоляционных материалов (минеральная вата, прессованный пенополистирол, непрессованные пенополистирольные гранулы):

- влажность;
- средняя плотность;
- гидравлическое сопротивление.

1. Измерение влажности

Для проведения эксперимента в климатическом павильоне, рядом с лабораторным корпусом АлтГТУ, была собрана испытательная установка, имитирующая различные варианты внутреннего утепления существующих стен здания (рисунок 1). Одна из стен климатического павильона была условно разделена по ширине на три равных части.

На границах смежных частей были установлены перегородки – деревянные бруски 150×40 мм. В каждую из трех закладок был помещен, отличный от двух других, теплоизоляционный материал.

В закладку у левого края стены были помещены два слоя минеральной ваты «URSA» толщиной по 50 мм, средняя закладка имела в качестве утеплителя непрессованные пенополистирольные гранулы, а третья – два листа прессованного пенополистирола 50 мм толщиной каждый.

В каждую из закладок были помещены три датчика влажности для измерения влажности внутри теплоизоляционного материала. Каждый из датчиков представляет собой кусок ткани размером 40×80 мм, защемленный с двух сторон по длине полосками латуневой фольги, к концам которых, при помощи паяльной кислоты, припаяны провода.

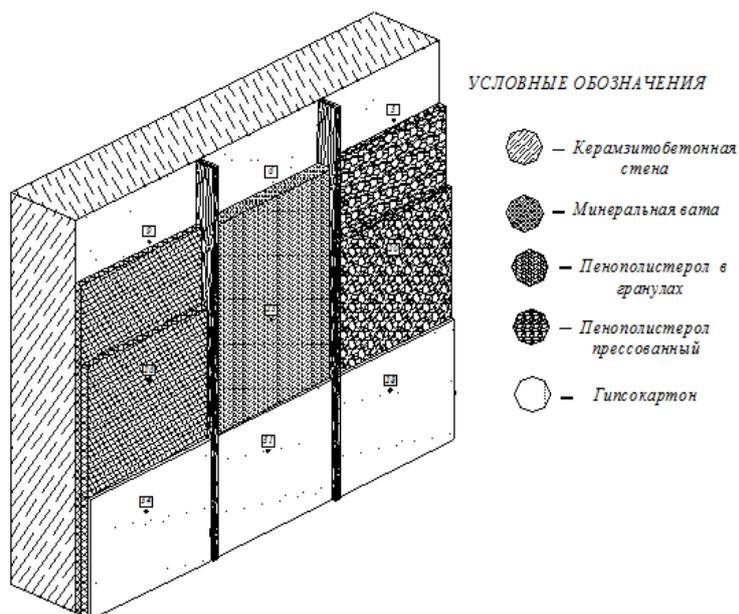


Рисунок 1 – Испытательная установка, имитирующая различные варианты внутреннего утепления

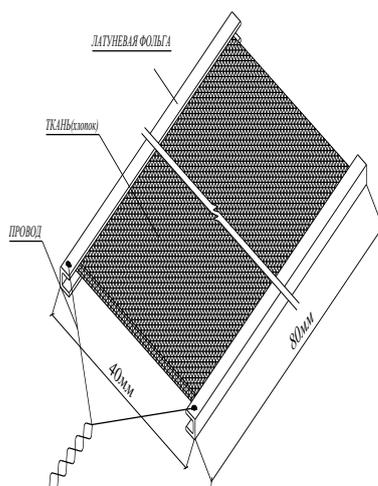


Рисунок 2 – Датчик влажности

Сущность работы датчика влажности (рисунок 2) заключается в пропорциональной зависимости между расчетным сопротивлением теплоизоляционного материала и влажностью: чем больше влажность, тем меньше расчетное сопротивление и наоборот.

С помощью датчиков влажности невозможно получить какие-то конкретные цифры, но можно наблюдать кинетику, т.е. возрастание или убывание влажности, а этого достаточно, чтобы проследить за изменением расчетного сопротивления материала. Для измерения количества влаги, накопленной утеплителем в процессе массопереноса в течение

всего отопительного периода, необходимо после окончания экспериментов, до наступления дней со среднесуточной температурой выше 0°C, извлечь материал из конструкции для определения объемной влажности.

Для получения данных о влажности исследуемого материала, накопленной им в процессе всего испытательного периода, после окончания отопительного сезона образцы были извлечены из конструкции установок и взвешены.

После тщательной просушки вновь была измерена масса образцов.

Таблица 1 – Сравнение параметров насыпного утеплителя с мин. ватой и листовым ППС

Свойства	Листовой ППС	Мин. Вата	Гранулированный ППС
Влажность после отопительного периода	0,19	0,56%	0,03%
Гарантия теплового контакта	Не агнетгорована (сублимация)	Не агнетгорована (деструктуризация)	Гарантирован (механика сыпучих сред)
Способность к сушке	0	средняя	высокая

Полученные разницы масс влажных и высушенных образцов при их неизменном объеме позволили вычислить абсолютную влажность материала. Сводная таблица 1 показывает результаты проведенного исследования влажности.

2. Определение средней плотности утепляющих материалов

Определение средней плотности минеральной ваты. Среднюю плотность минеральной ваты определяют в специальном приборе, состоящего из цилиндра, металлического диска, стержня со шкалой и подъемного механизма, под постоянной нагрузкой 0,002 МПа (0,02 кгс/см²). Для определения средней плотности берут пять проб минеральной ваты по 0,5 кг каждая. Взвешивание производят с точностью до 1 г. Вата для каждой массы отбирается как средняя проба из пяти упаковочных мест.

Средней пробой называют относительно наибольшее количество материала, которое по своему химическому составу и физическим свойствам полностью соответствует партии материала. Пробу слоями укладывают в металлический цилиндр прибора. Сверху на вату опускают металлический диск массой 7 кг, что соответствует давлению на вату 0,002 МПа (0,02 кгс/см²). Под нагрузкой вату выдерживают 5 мин и затем определяют высоту слоя ваты при помощи шкалы 3, нанесенной на стержне. Зная массу ваты, вычисляют ее объем и определяют среднюю плотность по формуле

$$\rho_{cp} = \frac{m}{V}, \quad \text{кг/м}^3, \quad (1)$$

где m – масса ваты, кг; V – объем ваты в цилиндре, м³.

При проведении испытания использовались электронные весы, что давало возможность определить вес испытуемых образцов с точностью до 1 грамма. Образцы минеральной ваты небольшими кусками помещались в пакеты и взвешивались. Пакеты так же были заблаговременно взвешены и, при проведении эксперимента их масса учитывалась.

Масса минеральной ваты:

$$m_1 = m_2 = m_3 = m_4 = m_5 = 0,5 \text{ кг.}$$

Высота слоя мин ваты после приложения груза (7 кг) в течение 5 минут:

$$h_1 = 0,025 \text{ м; } h_2 = 0,030 \text{ м; } h_3 = 0,040 \text{ м; } h_4 = 0,032 \text{ м; } h_5 = 0,035 \text{ м}$$

$$\rho_{cp} = \frac{60,313 + 60,652 + 64,432 + 62,189 + 63,051}{5} = 62,130 \text{ кг/м}^3.$$

Определения плотности прессованного пенополистирола. Для определения плотности прессованного пенополистирола, из общего листа был вырезан и взвешен образец правильной геометрической формы.

Масса прессованного пенополистирола

$$m = 0,034 \text{ кг, по формуле (1)}$$

$$\rho_{cp} = \frac{0,034}{0,05 \cdot 0,14 \cdot 0,324} = 14,99 \text{ кг/м}^3.$$

Определения средней плотности пенополистирольных гранул. Для определения средней плотности пенополистирольных гранул они были помещены в картонную коробку размером 190×119×14 и взвешены, вес самой коробки при этом учитывался.

Масса пенополистирола в гранулах:

$$m_1 = m_2 = m_3 = 0,042 \text{ кг, по формуле (1)}$$

$$\rho_{cp} = \frac{0,042}{0,142 \cdot 0,19 \cdot 0,119} = 13,08 \text{ кг/м}^3.$$

Гидравлическое сопротивление

В процессе обработки данных была выдвинута гипотеза о наличии эффекта динамического утепления в рассматриваемой конструкции. [1, 2]. Это позволило нам провести еще ряд экспериментов для получения данных о распределении скоростей потоков конвекционного теплообмена и гидравлического сопротивления для различных видов сред.

Таблица 2

Образцы		t_1 , с	t_4 , с	t_5 , с	t_{cp} , с	V , см/с
Сухие	Фр < 5	2,4	2,0	1,8	2,08	108,2
	Фр > 5	1,6	2,0	1,6	1,68	133,9
	Минвата	2,0	2,8	2,8	2,92	77,1
Мокрые	Фр < 5	2,8	3,0	3,0	2,88	78,1
	Фр > 5	2,0	2,1	2,0	2,04	110,3
	Минвата	3,0	3,1	3,3	3,28	68,6
Пустой		1,3	1,4	1,2	1,38	163,0
Перекрытый		5,0	5,6	5,4	5,2	43,2

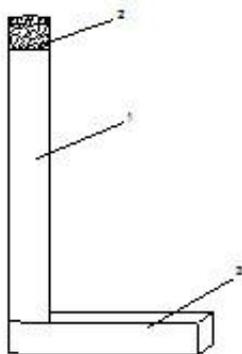


Рисунок 3 – Установка для определения гидравлического сопротивления

Для проведения экспериментов использовалась полая труба 1 (рисунок 3), расположенная вертикально, диаметром 100 мм, с подвижным поршнем 2, который мог свободно передвигаться по высоте трубы. Для качественной оценки выходящего потока был сделан отводной канал 3, в котором по направлению воздушного потока, с шагом 100 мм, были расположены индикаторные ленты. По углу отклонения каждой из лент можно оценить количество и скорость потока, выходящего из трубы.

Методика проведения экспериментов заключалась в следующем. В нижнюю часть трубы засыпались различные виды утеплителя одинакового объема и различных влажностных характеристик. Затем поршень отпус-

кался с верхней точки трубы и одновременно начинался отсчет времени. По достижении поршнем нижней точки, отсчет времени прекращался. Полученные результаты заносились в сводную таблицу 2. Для каждого вида засыпок проводилось не менее пяти экспериментов. Кроме того, для сравнительного анализа были проведены эксперименты с опусканием поршня без засыпок, а так же с перекрытым выходом потока из трубы.

Определенное гидравлическое сопротивление утепляющих материалов составило в относительных единицах от 1,6 до 5,6.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хатина, Е. В. Исследование эксплуатационных свойств засыпного утеплителя в наружных стенах / Е. В. Хатина // Ползуновский альманах. – 2016. – № 1. – С. 211.
2. Хатина, Е. В. Динамическая теплоизоляция ограждающих конструкций зданий / Е. В. Хатина // Ползуновский вестник. – 2011. – № 1. – С. 224.
3. Патент РФ № 200513696/03, 28.011.2005. Способ утепления наружной стены здания / М. М. Титов, Е. В. Хатина // Патент России № 230735.2007, Бюл. № 25.

Хатина Е.В. – старший преподаватель кафедры «Технология и механизация строительства» ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: katrin210180@mail.ru.