

УДК 699.86

*Н.П. УМНЯКОВА, канд. техн. наук, НИИСФ РААСН (Москва)*

## Сорбция водяного пара минераловатного утеплителя в эксплуатируемых вентфасадах

Приведены данные по сорбции водяного пара минераловатного утеплителя, находившегося в эксплуатации в конструкциях навесных вентилируемых фасадов в течение 5–14 лет. Показано, что под действием гравитационного давления частицы пыли проникают не только в поверхностный слой утеплителя, но и в его толщу. Установлено, что для минераловатного утеплителя из каменных волокон, эксплуатируемого от 5 до 14 лет в конструкциях вентфасадов сорбционная влажность выше, чем у подобных аналогов не находившихся в эксплуатации.

**Ключевые слова:** минераловатный утеплитель, сорбционная влажность, вентилируемый фасад.

Для определения уровня тепловой защиты многослойных ограждающих конструкций важное значение имеют сорбционные характеристики утеплителей.

Автором проведены экспериментальные исследования для минераловатного утеплителя, находившегося в эксплуатации в конструкциях навесных вентилируемых фасадов в течение 5–14 лет, по методике, приведенной в ГОСТ 24816–81 «Материалы строительные. Метод определения сорбционной влажности». Для определения сорбционной влажности утеплителя из минеральной ваты промышленными альпинистами были сняты гранитные плиты облицовки эксплуатируемых навесных вентфасадов и взяты пробы минеральной ваты из базальтового волокна, находящиеся длительное время в эксплуатации в условиях Москвы и Московской обл. (рис. 1).

При вскрытии вентфасада на поверхности минераловатного утеплителя, обращенной к вентилируемой воздушной прослойке, обнаружены частицы пыли. На рис. 2 показана поверхность плиты из минеральной ваты, покрытая осевшими на ней пылинками.

Автором отобраны пробы для определения сорбционной влажности минераловатных плит с поверхности утеплителя,

обращенной к вентилируемой воздушной прослойке; из толщи утеплителя; пробы пыли, осевшей на конструкциях крепежных элементов в вентилируемой воздушной прослойке.

Для оценки сорбционной влажности образцы минеральной ваты помещались в бюксы, а затем устанавливались в специальную климатическую камеру КСХИ-0,15 для санитарно-химических исследований, где при температуре +20°C и искусственно созданной относительной влажности воздуха 40, 60, 80, 90 и 97% происходило определение сорбционной влажности этих образцов путем взвешивания до постоянного веса.

На рис. 3 приведены изотермы сорбции водяного пара для минераловатного утеплителя плотностью 70 кг/м<sup>3</sup>, который находился в конструкции вентфасада в течение 14 и 12 лет в здании на Ленинском проспекте в Москве. На рис. 4 показаны изотермы сорбции водяного пара минераловатного утеплителя плотностью 100 кг/м<sup>3</sup>, взятого из конструкции того же вентфасада через пять лет эксплуатации.

Из анализа изотерм сорбции водяного пара видно, что сорбционная влажность минераловатного утеплителя на поверхности, обращенная к вентилируемой воздушной прослойке и в его толще, отличаются друг от друга.



Рис. 1. Эксплуатируемое здание в центре Москвы с навесным вентфасадом и утеплителем из минераловатных плит



Рис. 2. Поверхность плиты из минеральной ваты, покрытая пылью (слева светлый, только что установленный кусок минплиты)

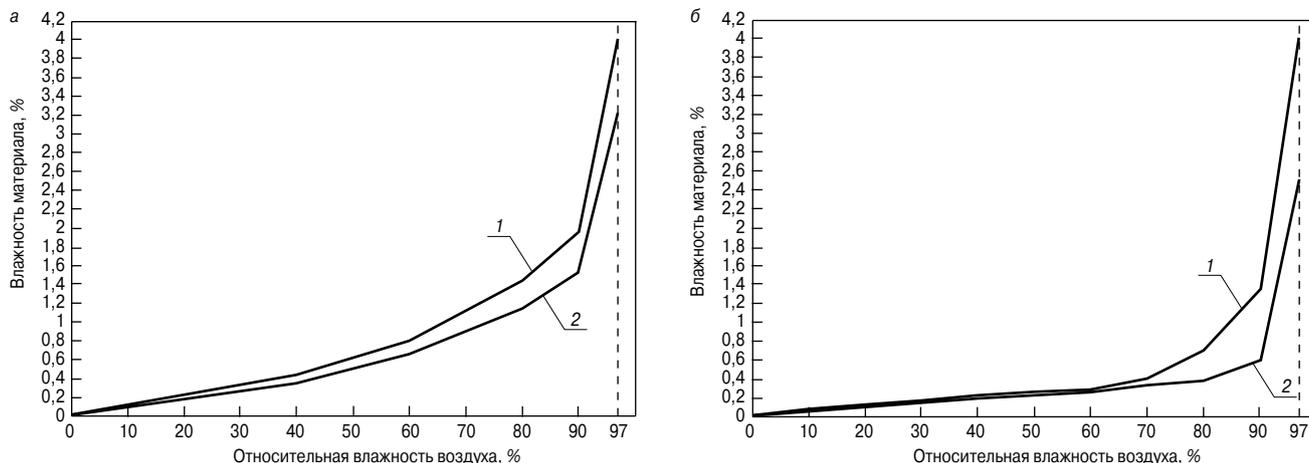


Рис. 3. Изотермы сорбции водяного пара минваты  $\gamma = 70 \text{ кг/м}^3$ , взятой из вентилируемого фасада здания на Ленинском проспекте в Москве: а – после эксплуатации в течение 14 лет; б – то же после 12 лет; 1 – образцы наружной поверхности утеплителя, обращенные к вентилируемой воздушной прослойке; 2 – образцы из толщи утеплителя

Учитывая, что волокнистый утеплитель за время эксплуатации в конструкции вентфасада был сильно запылен, автором проведены исследования пыли. На основании построенных хроматограмм и с помощью рентгенофлуоресцентного детектора установлен состав пыли, в который входят аценафтилен, нафталин, флуорен, фенантрен, антрацен, флуорантен, пирен, хризен, бенз(а)флуорантен, бенз(а)пирен, индено(1, 2, 3-сд)пирен, дибенз(а, h)антрацен, бенз(gh)перилен, дибутилфталат, бутилбензипфталат, ди-2-этилгексифталат, стронций, рубидий, свинец, цинк, медь, никель, кобальт, железо, марганец и хром [1].

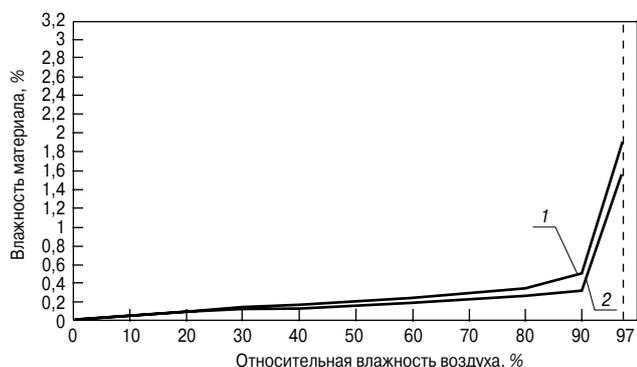


Рис. 4. Изотермы сорбции водяного пара минеральной ваты плотностью  $\gamma = 100 \text{ кг/м}^3$ , взятой из вентилируемого фасада здания на Арбатской площади в Москве, находившегося в эксплуатации в течение 5 лет

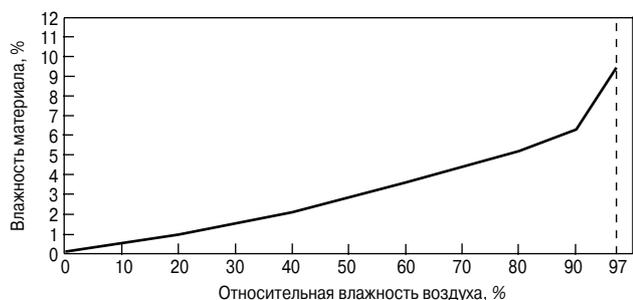


Рис. 5. Изотермы сорбции водяного пара пыли, взятой из вентилируемого фасада здания, расположенного на Ленинском проспекте в Москве

Учитывая, что утеплитель, находящийся в конструкции вентфасада был сильно запылен, проведены исследования сорбционных качеств пыли, взятой с поверхностей материалов вентилируемой воздушной прослойки вентфасада. Для проб пыли построены изотермы сорбции водяного пара (рис. 5). Предел сорбционного увлажнения у пыли значительно выше, чем у минераловатного утеплителя из базальтового волокна. Максимальная сорбционная влажность слоя минераловатного утеплителя, обращенного в вентилируемую воздушную прослойку и в его толще, приведена в табл. 1.

Теплоизоляционные плиты из минеральной ваты из базальтового волокна имеют большое количество воздушных полостей и состоят из тончайших каменных волокон. Длина каменных волокон изменяется от 1 до 20 мм, но 90% всех волокон имеет длину от 3 до 5 мм. Стандартная толщина каменных волокон колеблется от 3 до 4 мкм; иногда достигает 8 мкм. В утеплителе волокна хаотично расположены в горизонтальном направлении и под разными углами друг к другу (рис. 6), между ними находятся полости – поры, размеры которых в несколько раз больше толщины каменных волокон.

Плотность утеплителя из минеральной ваты, находящаяся в конструкции вентфасада, колеблется от 70 до 100 кг/м<sup>3</sup>, а ее пористость может достигать 95–97%.

В процессе эксплуатации конструкции навесных фасадов в вентилируемой воздушной прослойке, как установлено в [1], находятся частицы пылинок размером от 10 до 100 мкм, которые под действием гравитационного давления проникают не только в поверхностный слой утеплителя из каменной ваты, но и в его толщу. Поэтому исследуемые образцы состояли не из двух компонентов – волокон каменной ваты и связующего, а практически из трех – волокон каменной ваты, связующего и частиц пыли.

Это подтверждается высокой воздухопроницаемостью утеплителя. Так, коэффициент воздухопроницаемости минераловатных плит из каменных волокон в зависимости от плотности 40–60 кг/м<sup>3</sup> изменяется в пределах 0,4–0,6 кг/(м·ч·Па) [2]. Если сравнить этот показатель с другими традиционными строительными материалами, то для бетона плотностью 2150 кг/м<sup>3</sup> он составляет  $0,044 \cdot 10^{-6} \text{ кг/(м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па)}$ ; для керамзитобетона плотностью 1100 кг/м<sup>3</sup> –  $0,032 \cdot 10^{-3} \text{ кг/(м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па)}$  и для цементного фибролита плотностью 370 кг/м<sup>3</sup> –  $4,8 \cdot 10^{-3} \text{ кг/(м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па)}$ .

Материал	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Время эксплуатации, лет	Максимальная сорбционная влажность, %	
			у наружной поверхности	в толще утеплителя
Минераловатный утеплитель	70	14	4,02	2,83
Минераловатный утеплитель	70	12	3,71	2,58
Минераловатный утеплитель	100	5	1,92	1,4



Рис. 6. Структура минераловатного утеплителя из базальтового волокна

Таким образом, под действием гравитационного давления частицы пыли из вентилируемой воздушной прослойки проникают в поры минераловатного утеплителя из каменной ваты. При этом часть пылинок проникает во внутренние поры в толщине утеплителя, другая часть заполняет поры поверхностного слоя. Этой гипотезой можно объяснить более высокую весовую влажность в поверхностном слое утеплителя из минеральной ваты, находящейся в эксплуатации несколько лет, чем в глубине утеплителя.

На основе выполненных исследований можно констатировать, что для минераловатного утеплителя из каменных волокон, эксплуатируемого в конструкции вентфасадов от 5 до 14 лет, максимальные значения сорбционной влажности при 97%-й относительной влажности воздуха выше по сравнению с аналогичными характеристиками утеплителя, изготовленного на производстве и не находившегося в эксплуатации.

В настоящее время нормирование расчетных теплофизических показателей производится из условий эксплуатации строительных материалов. В частности, приложением Е1 СП 23-101-2004 «допускается за величину влажности для условий эксплуатации А принимать значение сорбционной влажности материала при относительной влажности воздуха 80%, а для условий эксплуатации Б – значение сорбционной влажности при относительной влажности воздуха 97%». Здесь ничего не говорится о том, что сорбционная влажность материала должна определяться на образцах, только что изготовленных на производстве или взятых из эксплуатируемых ограждающих конструкций. При этом нельзя не учитывать, что значение сорбционной влажности минераловатных плит на основе базальтового волокна в процессе эксплуатации увеличивается. Поэтому представляется, что в дальнейшем при разработке новой редакции СП 23-101-2004 п. Е1 «Общие положения» соответственным образом будет откорректирован.

Приведенные результаты исследований утеплителя из минеральной ваты на основе базальтового волокна, связующего и частиц пыли, находящегося в эксплуатации несколько лет (5–14 лет), показали, что максимальная сорбционная влажность утеплителя достаточно высока. Эти данные по максимальной относительной сорбционной влажности практически совпадают с показателями, приведенными в актуализированной редакции СП 50.13330.2012 «СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий» для минераловатных утеплителей на основе каменного волокна: отношение влаги в материале для условий эксплуатации «А» составляет 2%; условий эксплуатации «Б» – 5%.

#### Список литературы

1. Умнякова Н.П. Взаимосвязь экологического состояния атмосферы городов и долговечности строительных материалов и конструкций // Жилищное строительство. 2012. № 1. С. 30–31.
2. Козлов В.В., Курилюк И.С. Результаты экспериментальных исследований параметров воздухопроницаемости минеральной ваты // АСADEMIA. 2009. № 5. С. 500–503.
3. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий. Изд. 5-е / Под ред. Ю.А. Табунщикова, В.Г. Гагарина. М.: АВОК-Пресс, 2006. 256 с.

Тема выставки:  
**Зеленый дом**

**15-17**  
мая 2013 г.  
г. Барнаул  
Дворец зрелищ и спорта

XVIII Специализированная выставка-ярмарка  
**Строительство  
Благоустройство  
Интерьер**

Организаторы: СБТ (3852) 65-88-44

Ваш электронный пригласительный билет – на [www.altfair.ru](http://www.altfair.ru)