

**Исследование воздухопроницаемости
минераловатных изделий**

Протасевич А.М., Якимович Д.Д.,
Коротченя М.А., Нестеров Л.В.

Белорусский национальный технический университет

Экономия энергетических ресурсов по-прежнему является одной из основных задач эксплуатации фонда жилых, общественных и промышленных зданий. Одним из направлений экономии служит повышение теплозащитных качеств ограждающих конструкций, т.е. эффективная теплоизоляция стен и покрытий зданий. Среди наиболее распространенных методов утепления ограждений выделяется перспективностью метод теплозащиты «вентилируемый фасад». Суть метода в укрытии ограждения утеплителем, защищенным тонким облицовочным экраном, размещенным на некотором расстоянии от него таким образом, чтобы была образована воздушная вентилируемая прослойка толщиной $\delta \geq 30$ мм. По вентилируемой прослойке под действием разности давлений, вызываемых ветровым и гравитационным напорами, перемещается воздух. В качестве теплоизоляции в системе утепления используются минераловатные плиты, изготавливаемые из базальта, шлака, стекловолна. Основное достоинство минеральной ваты – большая пористость, благодаря которой она имеет высокие теплозащитные качества, т.е. низкий коэффициент теплопроводности. Но в системе «вентилируемый фасад» минеральная вата эксплуатируется при наличии движущегося в прослойке вдоль ее поверхности воздуха, который может проникать в волокнистую структуру. Перемещение внутри утеплителя воздуха в продольном и поперечном направлениях существенно снижает его теплозащитные качества. Поэтому при выборе утеплителя систем «вентилируемый фасад» необходимо учитывать воздухопроницаемость минеральной ваты.

О воздухопроницаемости изделий из минеральной ваты, выпускаемой в настоящее время промышленностью данных практически нет. В литературных источниках есть разрозненные сведения по воздухопроницаемости минераловатных изделий выпускаемых в 60-е годы прошлого столетия.

В Республике Беларусь используются утеплители из минеральной ваты как отечественного, так зарубежного производства, имеющие различный состав и структуру и следовательно воздухопроницаемость. Цель данного исследования заключалась в определении воздухопроницаемости различных минераловатных изделий, применяемых в республике Беларусь в системе «вентилируемый фасад». Это изделия фирм Parock, Rockwool, ОАО «Гомельстройматериалы».

Для определения коэффициента воздухопроницания изделий из минеральной ваты был создан экспериментальный стенд, соответствующий требованиям ГОСТ 258991-83. Сущность метода исследований заключается в том, что через образец материала проходит поток воздуха. После установления стационарного режима фильтрации измеряется объем проходящего воздуха и разность давлений по сторонам образца. По полученным данным рассчитываются величины сопротивления воздухопроницанию и коэффициенты воздухопроницаемости материалов.

На стенде (рисунок 1) проведены исследования на образцах размером по площади 1000x1000 мм и различной толщины. Подача или удаление воздуха из камеры, для создания и поддержания пониженного или повышенного давления, осуществлялась нагнетателем. Интенсивность расхода воздуха от 0 до 75 м³/ч регулировалась воздушной заслонкой. Нагнетатель соединен с камерой через измерительный участок стабилизации потока с анемометром для измерения расхода воздуха. Измерение избыточного или пониженного давления в камере в пределах от 0 до 200 даПа (от 0 до 200 мм в. ст.) выполнялась микроманометром.

Количество однотипных образцов, подлежащих испытанию, было не менее трех. По результатам экспериментов построены зависимости воздухопроницания от разности давлений $\ln G = f(\ln(\Delta p))$. Разность давлений, при которой определяется коэффициент воздухопроницаемости, должна быть как можно ближе к действительной для условий эксплуатации минеральной ваты. По результатам аэродинамического расчета воздушных прослоек вентилируемых фасадов и кровель разность давлений принята средняя разность давлений $\Delta p = 10 \text{ Па}$.

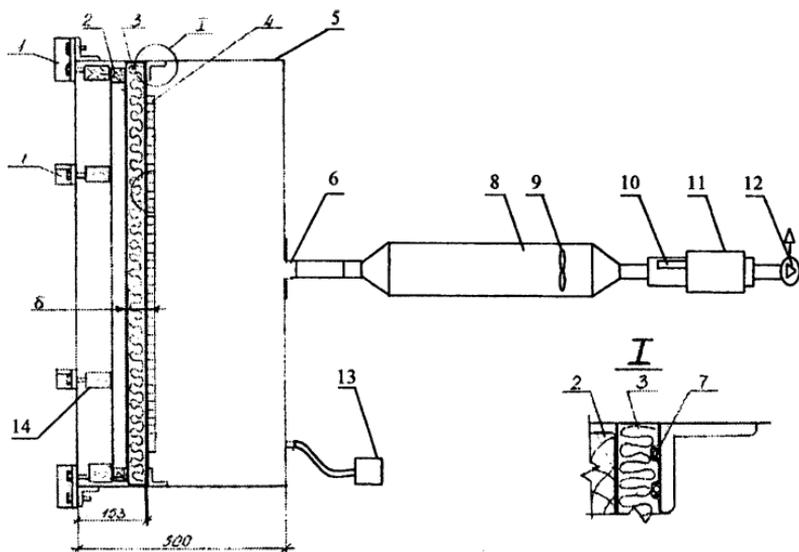


Рисунок 1. Схема стенда для проведения исследований на образцах размером по площади 1000x1000 мм
 1. Упор; 2. Рамка; 3. Исследуемый материал толщиной δ ; 4. Решетка полиэтиленовая; 5. Камера; 6. Штуцер отсоса воздуха; 7. Пористая резина; 8. Участок стабилизации потока; 9. Датчик скорости воздуха цифрового крыльчатого анемометра; 10. Отверстие регулятора разрежения; 11. Шиббер; 12. Нагнетатель; 13. Микроманометр ММН; 14. Прижимной брусок

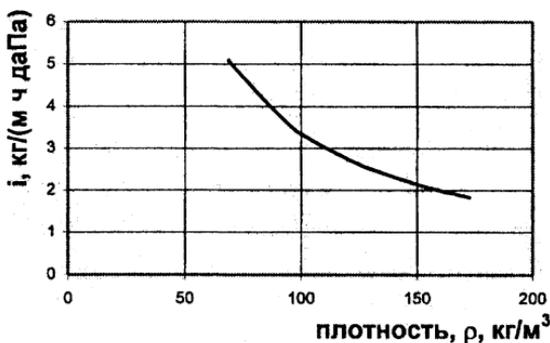


Рисунок 2. Зависимость воздухопроницаемости плит минеральной ваты ОАО «Гомельстройматериалы» от плотности

Результаты определения величины сопротивления воздухопроницанию, а также коэффициенты воздухопроницаемости минераловатных изделий представлены в таблице.

Таблица

Результаты исследований изделий из минеральной ваты

Минеральная вата	Толщина δ , м	Плотность ρ , кг/м ³	Воздухопроницаемость G , кг	Коэффициент воздухопроницаемости $i = G \cdot \delta$, кг	Коэффициент воздухопроницаемости $i_0 = i/3600$, кг	Сопротивление воздухопроницанию $R = 1/(10 \cdot i)$, м·ч·Па/кг
			м ² ·ч·даПа	м·ч·даПа	м·с·даПа	
1	2	3	4	5	6	7
Parock IL	0,1	30	90	9	0,0025	0,011
Parock WAS 25t	0,03	90	55	1,65	0,00046	0,061
Ventirock $\delta = 80$ мм	0,08	102	32	2,56	0,00071	0,039
Ventirock $\delta = 50$ мм	0,05	103	33	1,65	0,00046	0,061
Fasrock	0,023	135	48	1,04	0,00031	0,096
Гомель 2	0,059	69	93	5,5	0,0015	0,018
Гомель 3	0,06	120	43	2,56	0,00071	0,039
Гомель 4	0,061	166	33	2,02	0,00056	0,05
Гомель 1	0,065	170	30	1,98	0,00055	0,051

Анализ экспериментальных данных показал, что величина коэффициента воздухопроницаемости минеральной ваты зависит от ее плотности. Это видно, например, по зависимости $i_0 = f(\rho_{амы})$ построенной по результатам, полученным для изделий ОАО «Гомельстройматериалы» (рисунок 2).

Кроме того, из экспериментальных данных полученных для изделий различных производителей видно, что характеристики воздухопроницаемости зависят и от структуры минеральной ваты. Поэтому при выборе материала утеплителя необходимо учитывать действительные характеристики сопротивления воздухопроницанию изделий. При использовании изделий имеющих относительно невысокие характеристики сопротивления воздухопроницаемости, следует предусматривать меры защиты

их от возникновения продольной и поперечной фильтрации воздуха.

Полученные результаты по воздухопроницаемости изделий из минеральной ваты могут быть использованы при расчетах теплоизоляции ограждающих конструкций зданий, а также при анализе пригодности различных изделий для решения конкретных строительных задач.

Литература

1. Р.Е. Брилинг. Воздухопроницаемость ограждающих конструкций и материалов. М.: Стройиздат.-1948. 120 с.
2. ГОСТ 258991-83. Здания и сооружения. Методы определения сопротивления воздухопроницанию ограждающих конструкций. М., Издательство стандартов, 1984.
3. Фокин К.Ф. строительная теплотехника ограждающих частей зданий. М., Стройиздат, 1973.
4. Ильинский В.М. Строительная теплофизика. М., Высшая школа, 1974.
5. Богословский В.Н. Строительная теплофизика. М., Высшая школа, 1970.

УДК 697.1

Факторы, влияющие на величину приведенного сопротивления теплопередаче стен зданий с дополнительной наружной теплоизоляцией

**Калинина Л.С., Протасевич А.М., Крутилин А.Б.
Белорусский национальный технический университет**

Проблема экономии энергоресурсов ставит ряд задач, в том числе и увеличение уровня теплозащиты наружных ограждений зданий, что осуществляется повышением их сопротивления теплопередаче. Причем удовлетворять этим требованиям должно приведенное сопротивление теплопередаче, а не сопротивление теплопередаче участка ограждения вдали от теплопроводных включений, которое сопоставляется в ряде случаев с требованиями существующих нормативных документов.