

# ВОЗДУХОПРОНИЦАЕМОСТЬ СТЕКЛОВОЛОКОННЫХ И БАЗАЛЬТОВЫХ ПЛИТ

Выполнению задачи обеспечения энергоэффективности объекта проектирования способствует знание тепло- и звукоизоляционных показателей строительных материалов и конструкций, а также исходных данных по их воздухопроницаемости.

В последнее время используются новые, современные строительные материалы, герметики, покрытия различного назначения, краски, лаки и т.д. Номенклатура отечественных строительных изделий существенно обновилась, широко используются материалы и изделия, поставляемые из-за рубежа.

Материалы и изделия, выпускаемые конкретным производителем, должны иметь сертификат качества, в том числе должны быть определены показатели их тепловой защиты и звукоизоляции, знание которых так необходимо проектировщику при выполнении соответствующих расчетов помещений. Однако, если конкретное изделие и имеет сертификат с указанием результатов испытаний, сводный обзор таких данных в справочной и технической литературе отсутствует. Это связано отчасти не только с разнообразными проблемами, относящимися к методологической неопределенности процедур проведения измерений и отсутствию нормативных значений некоторых показателей, но и с техническими трудностями, обусловленными необходимостью создания сложных установок для организации сертификационных испытаний.

В какой-то мере восполнить этот пробел (сводный обзор) и призвана предлагаемая статья. Для достоверности излагаемой информации о результатах испытаний приводятся описания испытательной установки и проведенных мероприятий.

**Сопротивление воздухопроницаемости материалов и конструкций.** Одним из основных стандартных показателей, характеризующих ограждающие конструкции, является сопротивление воздухопроницаемости. Помимо характеристики ветрозащиты материала или конструкции этот показатель позволяет более корректно выполнить теплотехнические и акустические расчеты.

В настоящее время фирмами-производителями для утепления и звукоизоляции стен, покрытия вентиляционных каналов, шахт и перекрытий предлагаются стекловолоконные и базальтовые плиты различных типов: УП20(Г), П30(Г), П45(Г), Венти Баттс, Лайт Баттс и т.д. Однако их применение сдерживается отсутствием данных о значении такого нормированного показателя воздухопроницаемости, как сопротивление воздухопроницанию. Необходимая информация как раз и приводится ниже в данной статье.

Воздухопроницаемость ограждающих конструкций определяется расчетным способом на основании данных, полученных опытным путем в соответствии с нормативной документацией [1]. Полученные данные должны отвечать нормированным значениям (при их наличии).

Измерения воздухопроницаемости для распространенных типов теплоизоляционных плит были проведены в соответствии с требованиями государственного стандарта [1]. Сущность метода измерения заключается в том, что через образец конструкции или его фрагмент, расположенный в рабочем положении, пропускают поток воздуха и после установления стационарного режима измеряют расход фильтрующегося через образец воздуха и перепад давления на его противоположных поверхностях. Величину сопротивления воздухопроницанию ограждающих конструкций вычисляют по результатам измерений.

**Испытательная установка.** Испытания проводились на установке для измерения воздухо- и водопроницаемости и определения сопротивления ветровой нагрузке ограждающих конструкций. Испытательная установка включала в себя следующие конструктивные устройства и оборудование:

- Рабочий проем для установки образцов размером до 1570 x 1570 мм и толщиной до 260 мм, площадь проема – 2,49 м<sup>2</sup>;
- Съёмная герметичная камера размером 1580 x 1580 x 260 мм, объем камеры – 0,65 м<sup>3</sup>;
- Оборудование для создания, поддержания и быстрого изменения давления воздуха до 2000 Па во временном интервале от 1 сек до 10 мин;
- Средства контроля и измерения: ротаметры РМ-4ГУЗ, РМ-40ГУЗ, ГОСТ 13045-81; тягонапорометр ТНМП-52У3; барометр-анероид метеорологический БАММ-1; термометр ртутный ТПК М, ГОСТ 9871-75.

Подготовка образцов к испытанию включала в себя:

1. Определение целостности образца, соответствие его проектным данным и полной заводской готовности;
2. Определение размеров образца;
3. Кондиционирование образцов при температуре 18–24 °С и относительной влажности воздуха 45–55% в течение 72 часов;

4. Покрытие торцевых поверхностей образца каучуковой битумной мастикой в два слоя во избежание подсоса воздуха.

**Проведение измерений.** Образец устанавливался в проем испытательной камеры так, чтобы его наружная сторона была обращена внутрь камеры. При изменении размеров диафрагмы матрицы регулируемого проема обеспечивалась герметичность прилегания образца. Образец фиксировался в поперечном положении по отношению к потоку воздуха.

После стабилизации каждого значения разности давлений одновременно измерялись: расход воздуха  $Q_0$ , м<sup>3</sup>/ч, разность давлений по обе стороны образца  $\Delta$ , Па, температура воздуха  $t$ , °С и атмосферное давление  $p$ , Па. Стабильность разности давлений при измерениях достигалась воздушными запорно-регулирующими кранами. Расход воздуха, проходящего через образец, фиксировался при нарастании и при снижении давления по каждой отдельной ступени перепада давлений.

За результат испытаний по каждому значению перепада давления принималось наибольшее значение объемного расхода воздуха для каждой ступени перепада давления независимо от того, было ли оно достигнуто при нарастании или при снижении давления.

**Результаты испытаний.** Обработка результатов испытаний выполнялась по следующему алгоритму. Истинный часовой объемный расход воздуха  $Q$ , м<sup>3</sup>/ч для каждого значения разницы давлений определялся по формуле:

$$Q = k \cdot Q_0$$

где  $Q_0$  – численное значение замеренного расхода воздуха, м<sup>3</sup>/ч;  $k$  – поправочный коэффициент на истинные атмосферные условия проведения испытаний, определяемый по формуле:

$$k = \sqrt{\frac{P_0 T}{P T_0}}$$

где  $P_0$  и  $P$  – атмосферные давления при градуировке ротаметра и при испытании, Па;  $T_0$  и  $T$  – температура воздуха при градуировке ротаметра и при испытании, °К.

Объемная воздухопроницаемость  $Q_1$ , м<sup>3</sup>/ч/м<sup>2</sup> рассчитывалась по формуле:

$$Q_1 = \frac{Q_0}{F}$$

где  $F$  – площадь образца, м<sup>2</sup>. Истинный часовой объемный расход воздуха  $Q$  переводился в весовой расход  $q$ , кг/ч по формуле:

$$q = Q \frac{353}{T}$$

По величине весового расхода воздуха  $q$  через испытываемый образец площадью  $F$ ,  $m^2$ , при заданном перепаде давлений воздуха,  $\Delta$ , Па, определялась весовая воздухопроницаемость образца  $G$ ,  $гг/чм^2$ , по формуле:

$$G = \frac{q}{F}$$

Для испытаний разных типов плит из стекловолокна и базальтового волокна – УП20 (Г), П30 (Г), П45 (Г), Венти Баттс и Лайт Баттс, обладающих различной плотностью, были составлены двухслойные структуры, общая толщина которых составила 100 мм.

Результаты определения весовой воздухопроницаемости  $G$ ,  $гг/чм^2$  для указанных типов плит представлены в табл. 1. Результаты испытания плит типа П30(Г) из стекловолокна в зависимости от толщины многослойной структуры приведены в табл. 2. Результаты испытаний плит с нанесением ветрозащитных пленок различных типов (Порше, Tyvek Hause Rep, Tyvek Solid, Tyvek Supro и SECO), позволяющие сделать выводы об эффективности их нанесения, приведены в табл. 3.

Учитывая, что плиты по отношению к воздушному потоку могут располагаться не только в поперечном положении, но и в продольном, были выполнены испытания на воздухопроницаемость и в этом положении. Результаты приведены в табл. 4. Испытаниям подвергались 6 образцов многослойных структур, состоящих из 7 пятидесятимиллиметровых плит типа П30 (Г) с общей продольной шириной 200 мм.

В табл. 5 представлены сравнительные результаты испытаний плит типа П30 (Г) в поперечном и продольном положениях. Несмотря на разную толщину многослойных структур (100 мм и 200 мм), полученные результаты позволяют провести анализ влияния расположения плит на показатель воздухопроницаемости материала.

Из всего вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. В результате проведенных испытаний определена воздухопроницаемость распространенных типов стекловолокнистых и базальтовых плит как в продольном, так и в поперечном направлениях. Результаты испытаний представлены в таблицах;
2. Разброс данных, полученных в ходе измерений показателя воздухопроницаемости плит различных типов, незначителен и позволяет сделать вывод о стабильности структуры плит испытанных типов;
3. Зависимости показателя воздухопроницаемости плит типа П30 (Г) в поперечном и продольном положениях имеют сходный характер, что означает отсутствие существенного влияния ориентации плиты на величину ее звукопоглощения;

Таблица 1. Воздухопроницаемость плит с разной плотностью

Перепад давления Р, Па	5	10	20	30	50	90
УП-20 (Г)	40,85666	55,89566	79,32258	100,9688	133,6759	184,0519
П30 (Г)	26,86996	41,88265	64,1386	80,68661	113,6826	161,6471
П45 (Г)	17,3555	28,22917	46,27889	61,39095	87,5618	134,3958
Венти Баттс	11,14543	15,72444	26,59812	36,38443	57,26948	87,63487
Лайт Баттс	28,22917	44,6303	67,62359	86,18556	119,3332	168,7943

Таблица 2. Воздухопроницаемость плит разной толщины

Перепад давления Р, Па	5	10	20	30	50	90
П30 (Г), 150мм	22,15778	33,7348	51,87967	68,45041	98,34346	144,5341
П30 (Г), 200мм	16,02888	24,20075	39,49006	54,63292	79,47317	121,7323
П30 (Г), 250мм	10,77753	18,75283	33,7346	43,61993	65,6459	105,4211
П30 (Г), 350мм	9,398385	18,75283	28,28668	40,86668	57,38616	90,4959
П30 (Г) + П30 (Г)С, 150мм	18,76211	28,0067	47,77341	62,92375	89,16213	137,6235
П30 (Г) + П30 (Г)С, 200мм	14,68148	24,21271	39,50958	53,28262	76,7554	120,4409
П30 (Г) + П30 (Г)С, 250мм	11,30393	20,12476	33,75128	46,3961	68,48425	108,3057
П30 (Г) + П30 (Г)С, 350мм	10,5232	17,39945	28,30067	40,88689	58,79184	90,54064

Таблица 3. Воздухопроницаемость плит с пленками

Перепад давления Р, Па	5	10	20	30	50	75	90
П30 (Г)С	28,22917	43,53124	62,07787	81,7864	113,6826		163,4378
П30 (Г) + Порше 3228	5,883587	9,729399	17,14074	21,90818	31,7488		46,32607
П30 (Г) + Порше 3449	20,07537	32,30915	53,15187	71,06649	103,8016		150,6091
П30 (Г) + Tyvek Hause Rep				2,133148	3,363002	4,659922	5,529774
П30 (Г) + Tyvek Solid			2,651911	3,727356	4,942472	6,41057	7,406387
П30 (Г) + Tyvek Soft				2,647019	3,720994	4,784187	5,299519
П30 (Г) + Tyvek Supro					2,766349	3,764486	4,198316
П30 (Г) + SECO 1000					2,407875	3,160209	3,242973
П30 (Г) + SECO 2000					2,402081	3,116199	3,54238

Таблица 4. Воздухопроницаемость плит в продольном направлении

Перепад давления Р, Па	5	10	20	30	50	90
П30 (Г)-1	19,36327	39,14145	67,67869	93,63076	137,4782	212,2096
П30 (Г)-2	19,80956	41,47563	72,39725	98,34932	145,6478	223,3805
П30 (Г)-3	20,0327	40,28344	72,39725	98,34932	145,6478	223,3805
П30 (Г)-4	19,14012	36,80727	66,82533	88,9122	136,2024	207,3577
П30 (Г)-5	19,14012	36,80727	70,03797	95,99004	140,9251	218,4348
П30 (Г)-6	20,70213	41,47563	72,39725	98,34932	145,6478	225,8533

Таблица 5. Воздухопроницаемость плит П30 (Г) в продольном и поперечном направлениях

Перепад давления Р, Па	5	10	20	30	50	90
П30 (Г) в поперечном направлении	26,86996	41,88265	64,1386	80,68661	113,6826	161,6471
П30 (Г) в продольном направлении	20,70213	41,47563	72,39725	98,34932	145,6478	225,8533

4. Результаты испытаний плит типа 30 (Г)С со специальным покрытием, служащим для снижения показателя воздухопроницаемости изделия, не выявили получения предполагаемого ошутимого эффекта снижения величины этого показателя;
5. Полученные данные могут служить основой для соответствующих расчетов, математического и имитационного моделирования зданий,

сооружений и помещений на разных стадиях проектирования.

Ю. Б. Редько,  
зав. испытательной лабораторией,  
тех. директор «Алгоритм-Строй».

#### Список литературы:

1. ГОСТ 25891-83. Здания и сооружения. Методы определения сопротивления воздухопроницанию ограждающих конструкций.