

Натурные исследования в воздушной прослойке фасадной системы Marmarok

Васильченко Г.М.

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, г. Макеевка

Приведены результаты натурных наблюдений теплофизических характеристик в воздушной прослойке на уровне 1-го и 5-го этажей термомодернизированного здания с вентилируемой фасадной системой MARMAROK. На основании экспериментальных исследований и теоретических расчетов определены суммарные местные сопротивления и скорости движения воздуха в воздушном зазоре.

Введение

Использование вентилируемой фасадной системы MARMAROK при модернизации зданий является наиболее перспективным методом обеспечения требуемых показателей энергоэффективности. Данная система повышает теплозащитные качества существующих наружных стен зданий. Оптимальная толщина вентилируемой прослойки в стене должна быть не менее 40 мм, а на практике толщина вентилируемой прослойки колеблется от 15 до 25 мм. Поэтому возникают сомнения о достаточности указанной толщины для обеспечения надлежащего функционирования вентфасада.

Постановка научной задачи

Требуется проверить условия движения воздуха в воздушной прослойке, а именно скорость движения воздуха $V_{пр}$, м/с и суммарные местные сопротивления ζ на основании экспериментальных данных и теоретических расчетов.

Общий вид фасада приведен на рисунке 1,а. На рисунках 1,б и 1,в показаны места установки датчиков на уровне пятого и первого этажей.

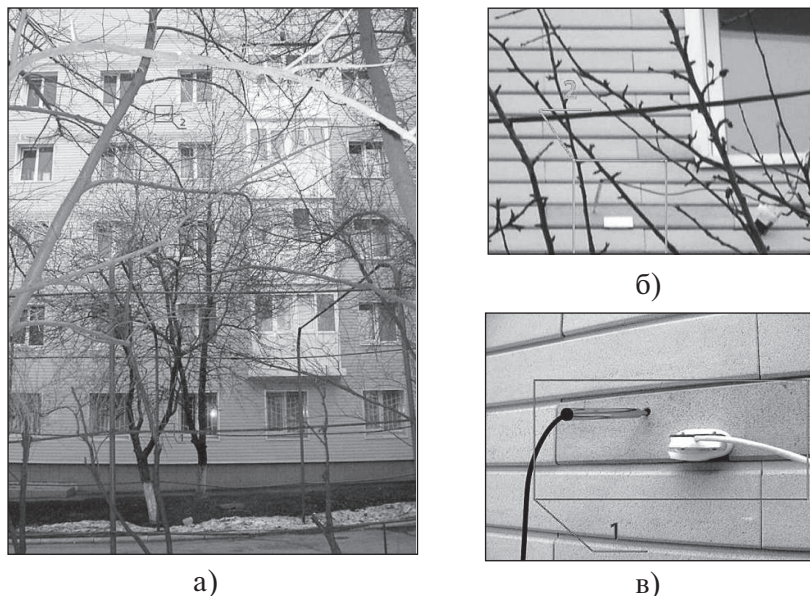


Рисунок 1. Расположение обследованных участков фасада:
 а – общий вид фасада;
 б – 1-ый участок на уровне 5-го этажа;
 в – 2-ой участок на уровне 1-го этажа

Наблюдения велись с использованием измерительных приборов:

- а) анемометр *Testo 425* – предназначенный для измерения скорости ветра и температуры воздуха;
- б) датчик влажности и температуры ДВТ – 302ц;
- в) измеритель влажности и температуры цифровой И2 ДТВ. Предназначен для приема и преобразования сигнала, поступающего от цифрового датчика ДВТ-302ц, в значение температуры и влажности, а так же для отображения измеренных величин на встроенном цифровом индикаторе. Все приборы сертифицированы и прошли поверку.

Замеры проводились в течение 6-ти дней; измерялись температура и скорость воздуха в прослойке на уровне пятого и первого этажей; количество замеров в день от 10 до 18 с интервалом 30 мин. Выполнялись сопутствующие замеры (рисунок 2):

- температурно-влажностного режима в помещениях на соответствующих уровнях;
- температуры наружного воздуха;
- давления наружного воздуха;

- влажности наружного воздуха;
- скорости ветра.

Результаты натурных измерений приведены в таблице 1.

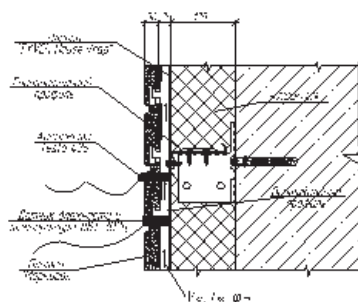
Таблица 1. Результаты натурных измерений

№ варианта	Просветность стартового профиля, %	Этаж	Температура воздуха, °С			Скорость движения, м/с	
			наружного t_z	средняя t_{cp}	в прослойке t_{np}	ветра V_z	воздуха в прослойке V_{np}
1	30	1	3,4	4,4	3,8	1,72	0,08
		5			5,0		0,084
2	0	1	3,3	4,1	3,1	1,7	0,07
		5			5,1		0,1

Стартовый профиль выполнен с отступлением от проекта - отверстия прорезались вручную, их просветность (вариант 1) составила около 30%. Во втором варианте испытания отверстия закрывались скотчем, и просветность принималась равной 0%.



а)



б)

Рисунок 2. Общее решение системы:
 а - внешний вид стартового профиля, просветность 30%;
 б - схема установки измерительных приборов в разрезе

Представленные в таблице 1 значения скоростей свидетельствуют о наличии постоянного движения воздуха в прослойке даже при отсутствии прямого попадания воздуха через стартовый профиль. Это, скорее всего, объясняется либо подтеканием воздуха из соседних вертикальных каналов, либо воздухопроницаемостью через облицовку. На движение воздуха оказывает влияние не только гравитационное давление, но и неравномерное ветровое воздействие.

Скорость движения воздуха в прослойке при условии расположения ее на одной стороне здания, когда влиянием ветра и изменением его скорости по высоте можно пренебречь, определяется по формуле [1]:

$$V_{\text{ин}} = \sqrt{\frac{0,08H(t_{\text{сп}} - t_3)}{\sum \zeta}}, \quad (1)$$

где $t_{\text{сп}}$, t_3 – средняя температура в прослойке и температура наружного воздуха, °С ;

$\sum \zeta$ – сумма коэффициентов гидравлических сопротивлений.

Суммарное значение гидравлических сопротивлений согласно [2] складывается из сопротивления стартового профиля на входе, потерь на трение при движении по каналу и сопротивления в финишном профиле на выходе из канала. Стартовый профиль можно рассматривать как вход в трубу через перфорированный лист и согласно диаграммам 3-15 и 8-6 расчет дает значение $\zeta = 7$.

При движении в канале потери связаны с трением и могут быть посчитаны по диаграмме 2-6. Для условного сечения воздушного канала в виде прямоугольника размером $a_0=0,28$ м; $b_0=0,02$ м гидравлический диаметр составляет $D_r=0,037$ м.

Принимая шероховатость стенок внутренних поверхностей около 1,5 мм, находим для высоты канала 16,4 м значение $\zeta=22,4$. Сопротивление на выходе, рассчитанное как для колена П-образной формы с поворотом на 180° по диаграмме 6-13, составляет $\zeta=0,8$. Окончательно получаем $\sum \zeta = 30,2$.

С учетом найденного сопротивления по формуле (1) рассчитаны значения скоростей движения воздуха на уровнях первого (Н=0,95 м) и пятого (Н=11,85 м) этажей. Результаты расчетов приведены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты расчетов

Этаж	Скорость движения воздуха в прослойке, $V_{\text{пр}}$ м/с		Коэффициент гидравлических сопротивлений ζ	
	теоретическая	экспериментальная	теоретический	экспериментальный
1	0,04	0,08	30,2	9,5
5	0,16	0,084		107,5

Сумма гидравлических сопротивлений может быть определена исходя из условий, приведенных в таблице 1, по формуле:

$$\sum \zeta = \frac{0,8H(t_{cp} - t_3)}{V_{\text{пр}}^2}, \quad (1)$$

Расчитанные суммы гидравлических сопротивлений по формуле (2) приведены в таблице 2.

Выводы

1. Значения скоростей, рассчитанные теоритически, оказались значительно отличающимися от замеренных в эксперименте. Это свидетельствует об ином характере движения воздуха в прослойке.
2. Расчетные и экспериментальные значения гидравлических сопротивлений также имеют разные величины, что требует дальнейших уточнений.

Перечень ссылок

1. **Рекомендации по проектированию навесных фасадных систем с вентилируемым воздушным зазором для нового строительства и реконструкции зданий.** – М., Москомархитектура, 2002. – 91 с.
2. **Идельчик, И.Е.** Справочник по гидравлическим сопротивлениям// И.Е.Идельчик.– М.: Госэнергоиздат, 1960. – 559 с.
3. **Расчет теплозащиты фасадов с вентилируемым воздушным зазором** // В.Г.Гагарин, В.В.Козлов, Е.Ю.Цыкановский. – Журнал АВОК, 2004, №2. – С.15, №3. – С.12.
4. **Умнякова, Н.П.** Элементы навесных вентилируемых фасадов, определяющие их теплозащитные качества // Н.П.Умнякова. – М.: Журнал АCADEMIA архитектура и строительство, 2009. – №5. – С.372-380.
5. **Богословский В.Н.** Строительная теплофизика. – М.: Стройиздат, 1985. – 415с.

Получено 10.03.2011