

Повітропроникність обличкування вентилярованої фасадної системи «СКАНРОК»

Галина Васильченко, Павло Тимофєєв

Кафедра архітектури промислових та цивільних будинків, Донбаська національна академія будівництва і архітектури, УКРАЇНА, м.Макіївка, вул.Державіна, 2, E-mail: tim-nics@ua.ru

Abstract – A laboratory-scale plant. Held values ispytaniya.Ustanovleny airventilated cladding facade systems «Skanrok».

Ключові слова – air permeability, differential pressure, facing, ventilated front systems.

I. Загальний матеріал

Загальновідомим є призначення повітряного прошарку у вентиляваній фасадній системі забезпечувати рух повітря за рекомендацією [2] повітряний прошарок у вентиляваних фасадних системах повинен мати товщину мінімум 40 мм. Але найбільш поширеною в Україні і Донбасі зокрема системі «СКАНРОК» ця товщина становить 15-20 мм.

Взагалі методика розрахунку вентиляваної системи відсутня і проектувальники не в змозі давати обґрунтовані конструктивні рішення, що пов'язані з визначенням параметрів руху повітря, температури в прошарку й основної характеристики – умов конденсації вологи.

Аналіз закордонних методик показує, що найбільш обґрунтованими є дослідження російської наукової школи, що традиційно належить НДІБР (НИИСФ).

Математичні моделі, що розроблені дуже давно [4], стосуються суцільних екранів зовнішнього обличкування. Попередні розрахунки, що виконані для системи «СКАНРОК» за даною методикою виявили недостатність ширини повітряного прошарку. Але, як свідчить дослід подальших досліджень, вплив повітропроникності зовнішнього обличкування є вагомим. При розрахунках фасадних систем, що містять повітряні зазори, треба враховувати особливості, які вони вносять. В роботах російських вчених [5] містяться фундаментальні дослідження, що враховують поперечну фільтрацію. Додаткові притоки повітря $G(x)$ [6], що виникають за рахунок перетікання повітря крізь щілини в обличкуванні знаходяться як

$$G(x) = \rho a V n(x) \quad (1)$$

де ρa – густина атмосферного повітря;

$V n(x)$ – швидкість руху повітря в розрахунку на одиницю площі на висоті x .

Але в будівельній практиці використовуються фасадні системи (наприклад «СКАНРОК»), що складаються з дрібних штучних елементів, щільно з'єднаних між собою. В такому разі оцінювати повітропроникність обличкування треба не за швидкістю, а за повітропроникністю.

Значення повітропроникності не повинно перебільшувати критичного рівня $G_{кр}$ [6], тобто такого допустимого значення, при якому в повітряному прошарку фасаду із заданими характеристиками відсутня конденсація водяної пари.

Значення критичного рівня повітропроникності треба спів ставляти з реальними значеннями, що можуть бути взяті з технічних характеристик на обличкування фасадної системи. Оскільки така інформація відсутня, то метою даної роботи стало експериментальне визначення повітропроникності огорожувальної системи «СКАНРОК».

II. Методика лабораторних випробувань

В основу методики випробувань покладено ДСТУ Б В.2.2-19:2007, що стосується визначення повітропроникності огорожувальних конструкцій в натурних умовах.

Повітропроникність перевірялась на фрагменті обличкування за схемою, що приведена на Рис. 1,2.

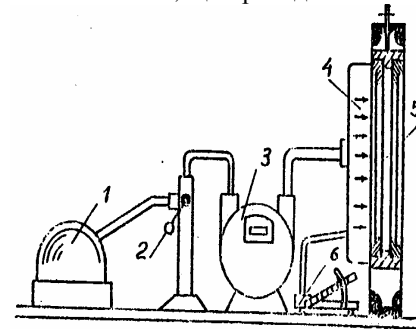


Рис.1 Схема випробувальної установи для визначення повітропроникності

1-джерело тиску (пилосос); 2- шибєр, який регулює витрати повітря крізь обличкування; 3- газовий лічильник; 4-камера надмірного тиску; 5-фрагмент фасадної системи; 6-мікроманометр, по якому вимірюється надмірний тиск.

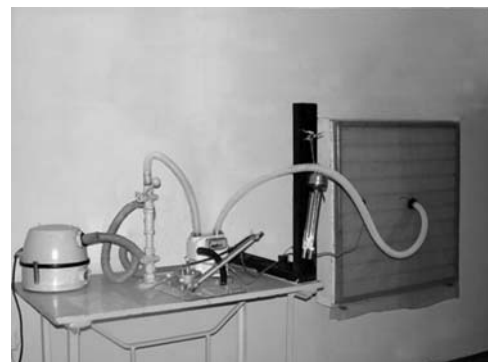


Рис.2 Вид випробувальної установи для визначення повітропроникності

При вимірюваннях контролювалась температура внутрішнього повітря (становила 21,4°C) та атмосферний тиск, (що для вказаного співвідношення $P = 97,6\text{кПа}$). Поправочний коефіцієнт $k = 1,004$.

Повітряний насос (пилосос) 1 через регулятор витрати повітря 2 та газовий лічильник 3 подає повітря в камеру для нагнітання тиску 4. Повітронепроникним полотнищем служить поліетиленова плівка. Гумовий шланг прикріплюється герметично за допомогою спеціального штуцера. Надмірний тиск, що утворюється в камері фіксується за допомогою мікроманометра ММН-4 – 6.

Фрагмент обличкування 5 зроблен розміром 1x1 м. По торцях в місцях прикріплення поліетиленової плівки за допомогою ущільнювача та силіконової мастики здійснено герметичне примикання. Це дає змогу оцінювати повітропроникність виключно на площі 1 м², що відповідає поставленій меті.

Вимірювання проводились за рекомендаціями [5]. Для досягнення стандартних значень перепаду тиску ΔP_i , Па, відповідні показання мікроманометру n_i , мм, підраховувались за формулою:

$$n_i = \frac{\Delta P_i}{9,81 \cdot k} = 0,34 \Delta P_i \quad (2)$$

де $k = 0,3$ – прийнятий для вимірювання коефіцієнт нахилу вимірювальної трубки мікроманометру.

Співвідношення згаданих величин подані в Табл. 1.

ТАБЛИЦЯ 1

Співвідношення величин ΔP_i та n_i

ΔP_i , Па	10	30	50	70	100	150
n_i , мм	3,4	10,2	17,0	23,8	34,0	51

Випробування проводились на п'яти ступенях в прямому та зворотному руху.

III. Результати випробувань

В Табл.2,3 приведено результати одного з етапів випробування. На кожній ступені фіксувалось три значення перепаду тиску, фіксувались показання лічильника і розраховувалась об'ємна витрата повітря Q_{ni} , м³/год. В останній графі наведено значення масової витрати повітря на 1 м² площі обличкування.

Масова витрата повітря, що відповідає перепаду тисків $\Delta P_o = 10$ Па, є стандартною і становить в середньому для випробуваної конструкції:

$$G_s = 9,4 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{даПа})$$

Оптимальне значення відповідає, одержаному Р.Е. Брилінгом [4] результату, що відповідає стіні з червоної цегли на легкому розчині без штукатурки.

Для інженерних розрахунків та співставлення з результатом чисельних розрахунків [6] необхідно знайти еквівалентну товщину (щілини).

Визначення еквівалентної ширини щілини по повітропроникності.

ТАБЛИЦЯ 2
Результати випробувань

№	Перепад тиску, ΔP , Па		Час впл., т,с	Показання лічильника, м ³			Об'ємна витр. по в., м ³ /год	Повітропроникність	
	n_i	ΔP_{cp}		N_k	$N_{п}$	ΔN		Q_{ni}	$Q_{п}$, м ³ /(год * м ²)
1	3,5	10	10	5,603	5,582	0,02	7,6	7,6	9,1
	3,5		10	5,69	5,668	0,02	7,9		
	3,5		10	5,754	5,734	0,02	7,2		
2	10	30	10	6,077	6,038	0,04	14,0	14,0	16,9
	10		10	6,157	6,116	0,04	14,7		
	10		10	6,235	6,198	0,04	13,3		
3	17	50	10	6,555	6,45	0,11	37,8	25,4	30,5
	17		10	6,688	6,636	0,05	18,7		
	17		10	6,798	6,743	0,06	19,8		
4	24	70	10	7,201	7,133	0,07	24,5	24,2	29,1
	24		10	7,33	7,258	0,07	25,9		
	24		10	7,451	7,389	0,062	22,3		
5	34	100	10	7,94	7,848	0,092	33,1	29,4	35,3
	34		10	8,113	8,036	0,08	27,7		
	34		10	8,338	8,262	0,08	27,7		

Визначення еквівалентної щілини b , м, може бути виконано по методу Р.Е. Брилінга [4]. Розрахунок можливо провести для еталонної ширини, яка дорівнює 1 м. Початкові дані для розрахунку:

- витрата повітря G , м³/с, при стандартному тиску $\Delta P_0 = 10$ Па;
- товщина обличкування (для «СКАНРОК», $\delta = 0,03$ м);
- коефіцієнт в'язкості, приймають $1,82 \cdot 10^{-6}$ с²/м;
- довжина еквівалентної щілини L , дорівнює 1 м.

Рух повітря в щілині може бути представлений формулою Пуахеля. При числі Рейнольдса $Re \approx b$ швидкість руху повітря в щілині складає:

$$V = \frac{\Delta P_i b^2}{8\mu \cdot \delta} \quad (3)$$

$$\text{або } V = \frac{G}{Lb} \quad (4)$$

З цих двох рівнень визначаємо ширину еквівалентної щілини:

$$b = \sqrt[3]{\frac{8\mu\delta}{L\Delta P}} \quad (5)$$

Ширина еквівалентної щілини складає $b \sim 0,5$ мм.

Для порівняння таку ж ширину має вертикальний шов в цегляному муруванні товщиною 510 мм. Це вказує на те, що дана конструкція може розглядатись як повтронепроникна або отримане експериментальним шляхом значення повітронепроникності слід враховувати в методі, яка розроблена В.Г Гагаріним та В.В. Козловим [5].

ТАБЛИЦЯ 3

Результати випробувань

№	Перепад тиску, ΔP , Па		t, c	Показання лічильника, m^3			Об'єм на витр. пов., $m^3/год$	Повітропроникність $kg/год \cdot m^2$ *	
	n_i	ΔP_{cp}		N_k	$N_{п}$	$\frac{\Delta}{N}$		Q_{ni}	$Q_{п}$
5	34	100	10	1,088	1,017	0,07	25,6	27,6	33,1
	34		10	1,205	1,123	0,08	29,5		
	34		10	1,355	1,278	0,08	27,7		
4	24	50	10	1,723	1,667	0,06	20,2	21,6	25,9
	24		10	1,851	1,788	0,06	22,7		
	24		10	1,946	1,885	0,06	22,0		
3	17	50	10	2,282	2,228	0,05	19,4	18,7	22,5
	17		10	2,389	2,337	0,05	18,7		
	17		10	2,495	2,445	0,05	18		
2	10	30	10	2,762	2,721	0,04	14,8	14,6	17,6
	10		10	2,824	2,783	0,04	14,8		
	10		10	2,889	2,849	0,04	14		
1	3,5	10	10	3,064	3,041	0,02	8,28	8,16	9,72
	3,5		10	3,098	3,076	0,02	7,92		
	3,5		10	3,145	3,122	0,02	8,3		

Висновок

1. За результатами випробування встановлено значення повітропроникності обличкування системи «СКАНПРОК».
2. В подальших розрахунках дану систему треба розраховувати не за методикою, що призначена для суцільних обличкувань.
3. Методику розрахунків фасадної системи, що містить періодичні розриви, треба уточнити з урахуванням одержаного результату.

Література

- [1] Рекомендации по проектированию навесных фасадных систем с вентилируемым воздушным зазором для нового строительства и реконструкции зданий. – М., Москомархитектура, 2002.
- [2] ДБН В 2.6-31:2006. Конструкції будівель і споруд. Теплова ізоляція будівель. – К.: Архбудінформ, 2007.
- [3] Матеріали для проектування і улаштування вентильованої оздоблювально-фасадної системи МАРМАРОК (MARMAROCK) – Київ, 2001. – 31 стор.
- [4] Брилинг Р.Е. Воздухопроницаемость ограждающих конструкций. – Москва, Стройиздат, 1948.
- [5] Гагарин В.Г., Козлов В.В., Цыкановский Е.Ю. Расчет теплозащиты фасадов с вентилируемым воздушным зазором // Журнал АВОК, 2004. №2, №3.
- [6] Козлов В.В. Аналитический метод расчета движения воздуха в воздушном зазоре вентилируемого фасада с облицовкой, содержащей периодические разрывы/ Труды ЦИИСФ -50, М., 2006.
- [7] ДСТУ Б В.2.2-19:2007 Метод визначення повітропроникності огорожувальних конструкцій в натурних умовах. – К., Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2008.