

Висновки. Запропонований алгоритм моделювання напружено-деформованого стану сталобетонних плит, армованих зовнішніми хвилястими листами, дає змогу з достатньою точністю визначити граничне зовнішнє навантаження та граничний прогин. Результати проведених експериментальних досліджень добре узгоджуються із отриманими за числовою моделлю.

1. Клименко Ф.Е., Барабаш В.М. Моделирование прочности изгибаемых железобетонных стержней на ЭВМ: Тез. докл. 1-го Всесоюз. симп. "Механика и физика разрушения композитных материалов и конструкций". – Ужгород, 2006. – С. 4–5. 2. Клименко Ф.Е., Барабаш В.М. Аналитическое представление диаграммы деформаций бетона // Исследование работы и совершенствование методов расчета железобетонных конструкций: Тез. докл. науч.-техн. конф., Львов, 18–20 мая 1989 г. – Львов, 1988. – С. 11–12. 3. Клименко Ф.Е. Сталобетонные конструкции с внешним полосовым армированием. – К.: Будівельник, 1984. – 88 с. 4. Клименко Ф.Е., Барабаш В.М. Исследование прочности и деформативности сталезебетонных изгибаемых элементов с листовой сталью на тяжелом и легком бетонах // Бетон и железобетон. – 1972. – № 8. – С. 5–6. 5. Кодекс-образец ЕКБ-ФИП. Для норм по железобетонным конструкциям. – М.: НИИЖБ, 1984. – 284 с. 6. Фабрика Ю.М., Клименко Ф.Е., Шмиг Р.А. Міцність і деформативність сталезалізо-бетонних балкових конструкцій. – Львів: Априорі, 2007. – 136 с.

УДК 629.113.06:628.83

А.О. Ковальчук, О.Т. Возняк, Х.В. Миронюк
Національний університет "Львівська політехніка",
кафедра теплогазопостачання та вентиляції

АЕРОДИНАМІЧНА І ТЕПЛОВА ХАРАКТЕРИСТИКА ПОВІТРОРозПОДІЛЮВАЧА ІЗ ВЗАЄМОДІЄЮ ЗУСТРІЧНИХ НЕКОАКСІАЛЬНИХ СТРУМИН

© Ковальчук А.О., Возняк О.Т., Миронюк Х.В., 2007

Наведено результати дослідження повітророзподільвача із взаємодією зустрічних некоаксіальних струмін. Дослідження направлені на визначення коефіцієнтів погасання швидкості та температури повітряного потоку.

In this article the results of air distribution device with opposite non-coaxial air jets interaction investigations are presented. Research concerns of air flow velocity and temperature decreasing coefficients determination.

Постановка проблеми. Для влаштування вентиляції приміщень одним із важливих завдань є створення ефективної організації повітрообміну і, зокрема, повітророзподілу. При цьому повинна бути забезпечена нормована швидкість руху повітря у робочій зоні і нормована надлишкова температура на осі потоку припливної струмини. Ці величини нормуються для різних типів приміщень і їх недотримання може викликати як погіршення самопочуття людей, так і впливати на роботу обладнання [2]. Вибір способу подачі припливного повітря залежить від призначення приміщення, технологічних процесів, які у ньому відбуваються, та будівельних особливостей [1]. Ефективним способом повітророзподілу є подача повітря безпосередньо в робочу зону, оскільки забезпечує оптимальний процес витіснення забрудненого повітря [3].

Для приміщень невеликого об'єму і висоти виникають складності під час подачі у приміщення значної кількості повітря при забезпеченні невеликої швидкості руху повітря в робочій зоні. Для цього придатні повітророзподільні пристрої з невеликим коефіцієнтом погасання швидкості, а за подачі припливного повітря в робочу зону – з малою початковою швидкістю. У такому випадку ефективними є повітророзподільвальні пристрої з достатньою площею повітро-

розподілу для створення низької початкової швидкості, з низким коефіцієнтом погасання різниці температур. Застосування повітророзподільників з високою рівномірністю швидкості виходу повітряного потоку, який виходить з насадки, і низькими коефіцієнтами погасання параметрів припливної струмینی у багатьох випадках є оптимальним вирішенням для влаштування належного повітророзподілу.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Сьогодні існує велика кількість різноманітних конструкцій повітророзподільвачів з високою інтенсивністю погасання параметрів (швидкості V і температури t) припливного повітря [1–6]. Характерною особливістю припливних струмін, створених такими пристроями, є підвищена турбулентність порівняно з прямотечійними струминами. Інтенсивність погасання параметрів характеризується величинами коефіцієнтів погасання швидкості m і температури n .

Одним із способів підвищення турбулентності є використання взаємодії опозитних некоаксіальних струмін [4]. Можна розрізнити випадки взаємодії співвісних зустрічних струмін, струмін, спрямованих під кутом одна до одної, та неспіввісних зустрічних струмін. Взаємне погасання імпульсів, протилежно скерованих струмін призводить до формування турбулізованого повітряного потоку, який поступає з повітророзподільника в обслуговуване приміщення.

Коефіцієнт погасання швидкості повітророзподільника із взаємодією опозитних некоаксіальних струмін визначається за формулою

$$m = \frac{V_x}{V_0} \frac{X}{\sqrt{F}}, \quad (1)$$

а коефіцієнт погасання температури

$$n = \frac{\Delta t_x}{\Delta t_0} \frac{X}{\sqrt{F}}, \quad (2)$$

де V_x – швидкість на осі струмینی, м/с; Δt_x – надлишкова температура на осі струмینی, $^{\circ}\text{C}$; V_0 – початкова швидкість витікання струмینی, м/с; Δt_0 – початкова надлишкова температура струмینی, $^{\circ}\text{C}$.

Мета роботи – визначити коефіцієнти погасання параметрів m і n результуючого повітряного потоку, який утворюється за взаємодії компактних опозитних некоаксіальних струмін, що настилаються на плоску поверхню.

Результати досліджень. Для проведення експериментальних досліджень було складено матрицю планування експерименту без взаємодії факторів, тобто було прийнято лінійну математичну модель. Як вихідні фактори прийнято величини:

$x_1 = x / X_n$ – відносна поздовжня координата (X_n – відстань між повітропроводами);

$x_2 = h / H$ – відносна поперечна координата;

$x_3 = l_o / d_o$ – відносна відстань між осями патрубків.

Експериментальні дослідження проводились на установці, схему якої показано на рисунку.

Експериментальні дослідження були проведені за таких умов та спрощень:

- припливні насадки – циліндричні патрубкі з коефіцієнтом погасання швидкості $m = 6,8$;
- їхній діаметр не змінювався і становив $d_o = 50$ мм;
- лінійний розмір повітропроводів не змінювався і становив $H = 1,5$ м;
- відстань між осями насадок l_o була змінною і становила: $l_{o1} = 100$ мм; $l_{o2} = 150$ мм; $l_{o3} = 200$ мм;
- довжини струмін X_n , що взаємодіють, були змінними і становили: $X_{n1} = 0,6$ м = $12 d_o$; $X_{n2} = 0,8$ м = $16 d_o$; $X_{n3} = 1,0$ м = $20 d_o$; $X_{n4} = 1,2$ м = $24 d_o$;
- співвідношення витрат повітряних потоків, що взаємодіють, залишалось сталим: $\bar{L} = L_1 / L_2 = 1$;
- початкова швидкість повітря в припливних насадках за серій замірів знаходилася в межах: $V = 5 - 15$ м/с.

Швидкість руху повітря вимірювалась за допомогою термоелектроанометра ТА-9 за швидкості близько 5 м/с та мікроманометром ММН із трубкою Піто-Прандтля – за більших швидкостей руху.

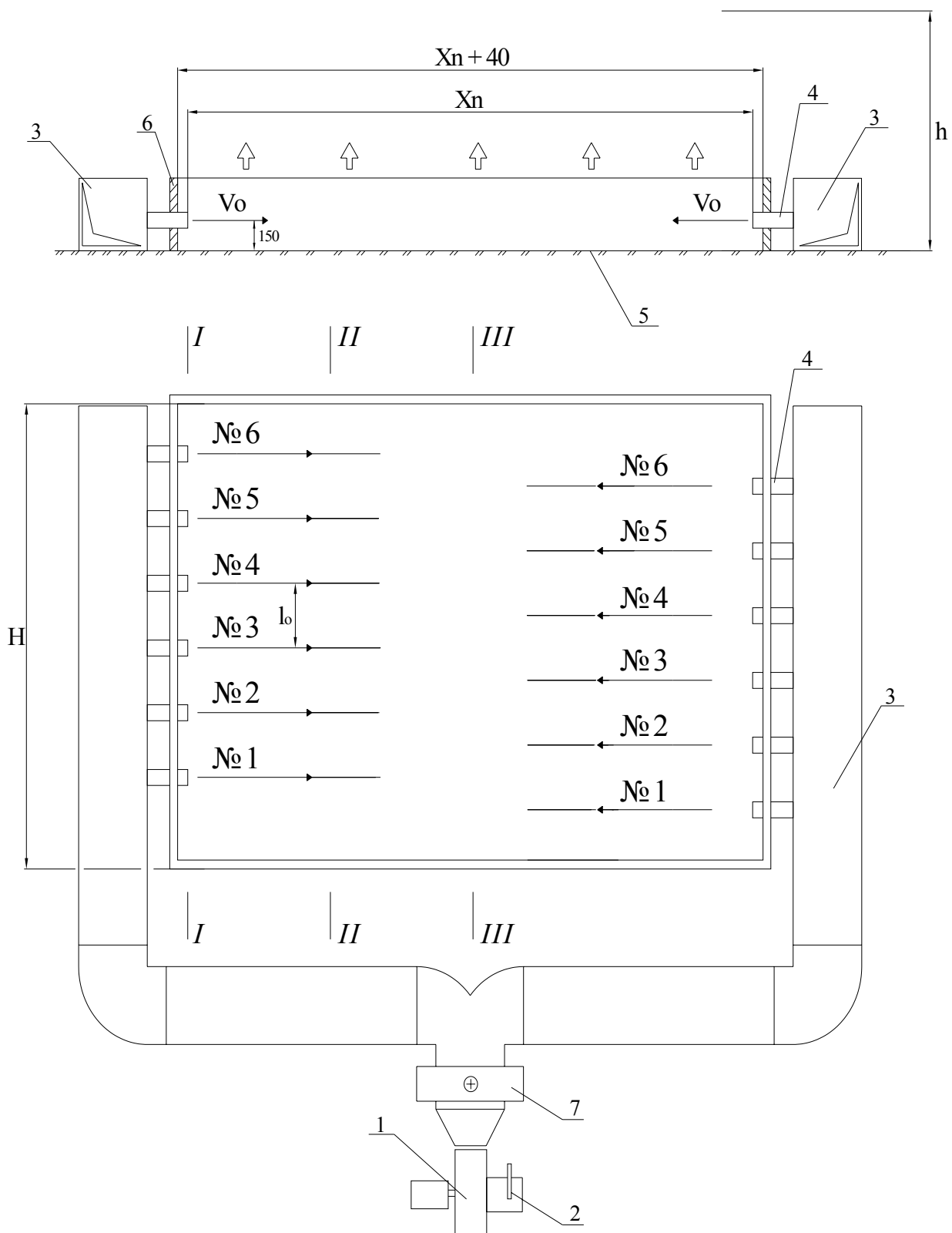


Схема експериментальної установки:

- 1 – вентиляторний агрегат; 2 – заслінка; 3 – повітропровід $a \times b = 350 \times 350$, мм;
 4 – приливна циліндрична насадка $d_o = 50$ мм і її номер (1, 2, 3, 4, 5, 6); 5 – основа;
 6 – конструктивна частина повітророзподільвача; 7 – повітронагрівач;
 I-I, II-II, III-III – характерні перерізи приливних струмин; h – відстань до характерної площини полів швидкостей

Було визначено оптимальні діапазони впливу вихідних чинників, за яких отримано високу рівномірність виходу повітряного потоку з насадки повітророзподільника із взаємодією опозитних некоаксіальних струмин. Для подальших розрахунків прийнято діапазон вихідних чинників, з результатом початкової рівномірності не нижче 0,65.

За отриманими усередненими значеннями швидкості та температури для різних значень поперечної координати h за формулами (1), (2) розраховано значення коефіцієнтів погасання параметрів m і n результуючого повітряного потоку. Заміри було проведено для 100 експериментальних точок. Доцільно навести узагальнені результати дослідження дев'яти найбільш характерних точок (таблиця).

Коефіцієнти погасання швидкості m і температури n повітророзподільників із взаємодією опозитних некоаксіальних струмин

№ з/п	Відстань між повітропроводами X_p , мм	Відстань між осями патрубків l_o , мм	Площа насадки F_o , м ²	Коефіцієнт погасання швидкості, m	Коефіцієнт погасання температури, n
1	800	100	0,48	0,46	0,33
2	1000	100	0,60	0,48	0,34
3	1200	100	0,72	0,47	0,33
4	800	150	0,72	0,52	0,35
5	1000	150	0,90	0,50	0,34
6	1200	150	1,08	0,48	0,34
7	800	200	0,96	0,51	0,35
8	1000	200	1,20	0,50	0,34
9	1200	200	1,44	0,53	0,36

Як бачимо з таблиці, для основних типорозмірів повітророзподільників із взаємодією опозитних некоаксіальних струмин коефіцієнти погасання параметрів є значно меншими від одиниці ($m < 1$, $n < 1$), тобто цей пристрій забезпечує достатню інтенсивність погасання динамічних і теплових параметрів струмини і достатньою мірою турбулізує результуючий повітряний потік.

Висновки. На основі проведених досліджень встановлені числові значення коефіцієнтів погасання швидкості m і температури n цього повітророзподільника, які відповідно становлять $m=0,49$ і $n=0,34$. Це свідчить про достатню початкову турбулізацію досліджуваного пристрою.

1. Гримитлин В.Н. *Распределение воздуха в помещениях*. – М.: Стройиздат, 1982. – 163 с.
2. Талиев В.Н. *Аэродинамика вентиляции*. – М.: Стройиздат, 1978. – 274 с.
3. Банхиди Л. *Тепловой микроклимат помещений*. – М.: Стройиздат, 1981. – 248 с.
4. Возняк О.Т., Ковальчук А.О. *Повітророзподіл зустрічними неспіввісними круглими струминами // Вентиляція, освітлення та теплозапобігання: Наук.-техн. зб.* – К.: КНУБА, 2003. – Вип. 6. – С. 5–11.
5. *Vozniak O., Kovalchuk A. Air distribution by opposite non-coaxial air jets // Zbornik prednasok: VII Vedecka Konferencia s medzinarodnou ucastou Kosicko-Lvovsko-Rzeszowska, 2002.* – С. 173–178.
6. *Vozniak O.T., Kovalchuk A.O., Ivanush E. Vзаємодія зустрічних неспіввісних струмин // Efektywnosc dystrubucji wykorzystania ciepla.* – Solina: Polytechnika Rzeszowska, 2001. – С. 5–10.
7. *Кокорин О.Я. Современные системы кондиционирования воздуха.* – М.: Изд-во физ.-мат. лит., 2003. – 272 с.