

Час циркуляції має бути дорівнювати часу нагріву. Період одного вмикання циркуляційної помпи, с, становить

$$T = \tau_n + \tau_{ох}, \quad (25)$$

де $\tau_{ох}$ – час охолодження води на Δt від t_r . Кількість вмикань циркуляційної помпи СГВ на годину (назвемо її кратністю циркуляції води, 1/год) буде дорівнювати

$$K = \frac{3600}{T}. \quad (26)$$

За наведеними залежностями і методиками розрахунку СГВ [8] було знайдено кратність циркуляції води житлового дев'ятиповерхового будинку з ізольованими і неізольованими трубопроводами, з ІТП у підвалі.

Ізоляція трубопроводів підбиралась за допустимим лінійним питомим тепловим потоком q , Вт/м [6]. За допустимою величиною охолодження гарячої води ($\Delta t = 10$ °С) циркуляційні витрати води у СГВ з ізольованими трубопроводами у 4–6 разів менші від цих же витрат у СГВ із неізольованими трубопроводами. Кратність циркуляції води ізольованої СГВ менша від такої ж величини неізольованої СГВ. Це дозволяє зменшити потужність приводу циркуляційної помпи в $(4 \dots 6)^3$ разів і зменшити кратність циркуляції води.

1. *Внутренние санитарно-технические устройства. – В 3 ч. – Ч.2. Водопровод и канализация / Ю.Н. Саргин, Л.И. Друскин, И.Б. Покровская и др. – М.: Стройиздат, 1990. – 247 с.*
2. *Повышение эффективности работы систем горячего водоснабжения / Н.Н. Чистяков, М.М. Грудзинский, В.И. Ливчак и др. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1988. – 314 с.*
3. *Олексюк А.А. Реконструкция и эксплуатация систем теплоснабжения. – Макеевка: ДонГАСА, 2001. – 75 с.*
4. *Шафлік В. Втрати тепла та вартість експлуатації систем гарячого водопостачання в індивідуальних будинках // Ринок інсталяційний. – 2002. – №11. – С. 15–17; №12. – С. 17–18. – 2003. – №1. С. 17–19; №2. С. 15–17.*
5. *СНиП 2.04.01–85. Внутренний водопровод и канализация зданий / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1986. – 56 с.*
6. *СНиП 2.04.14 – 88. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов / Госстрой СССР. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1989. – 32 с.*
7. *Нестационарный теплообмен в трубах / Н.М. Беляев, А.А. Кочубей, А.А. Рядно и др. – Киев-Донецк: Вища школа. 1980. – 160 с.*
8. *Гаряче водопостачання житлового мікрорайону: Методичні вказівки, приклади виконання і завдання до курсової роботи / Укл.: В.І. Венгльовський. – Львів: ЛПІ, 1983. – 72 с.*

УДК 697.9:621;697:621

О.Т. Возняк, А.О. Ковальчук, Х.В. Миронюк
Національний університет «Львівська політехніка»,
кафедра теплогазопостачання і вентиляції

ПОВІТРОРозПОДІЛ зуСтРІЧНИМИ НЕСПІВВІСНИМИ КРУГЛИМИ СТРУМИНАМИ

© Возняк О.Т., Ковальчук А.О., Миронюк Х.В., 2004

Подано результати експериментальних досліджень використання у вентиляційній техніці зустрічних неспіввісних повітряних струмин для створення рівномірного результуючого повітряного потоку. Був проведений трифакторний експеримент, побудована відповідна номограма та отримані аналітичні розрахункові залежності. За результатами цих експериментальних досліджень зроблені висновки щодо створення діючих конструкцій повітророзподільвачів для наступного продовження досліджень.

Постановка проблеми. Близько 80 % свого життя людина перебуває в приміщеннях. Тому її здоров'я і працездатність залежить, значною мірою, від того, наскільки санітарно-гігієнічні параметри мікроклімату приміщень відповідають її фізіологічним потребам. Фізичний стан повітряного середовища приміщення залежить від таких параметрів, як температура, вологовміст, швидкість руху повітря та інших. На умови комфорту має значний вплив саме швидкість руху повітря, величина якої створюється засобами вентиляційної техніки. Відомо [1 – 8], що значний

вплив на умови теплового комфорту людини має також ступінь турбулентності швидкості. Оскільки донедавна цей фактор до уваги не приймався, то він не внесений до обов'язкових норм.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Важливість врахування впливу ступеня турбулентності швидкості повітряних потоків на умови теплового комфорту досліджено в [1 – 8].

Сьогодні існує значна кількість різноманітних конструкцій повітророзподілювачів та схем роздачі припливного повітря як у верхню, так і в робочу зону приміщень [1]. Найбільш раціональним способом повітророзподілу є подача припливного повітря безпосередньо в робочу зону. Для цього використовуються повітророзподілювачі з високою інтенсивністю погасання параметрів (швидкості V і температури t) припливного повітря. Характерною властивістю таких припливних струмин є підвищена турбулентність порівняно із проточними струминами.

Одним із способів підвищення турбулентності є використання взаємодії зустрічних припливних струмин. Можна розрізнити взаємодію співвісних зустрічних струмин, струмин, спрямованих під кутом одна до одної, та неспіввісних зустрічних струмин.

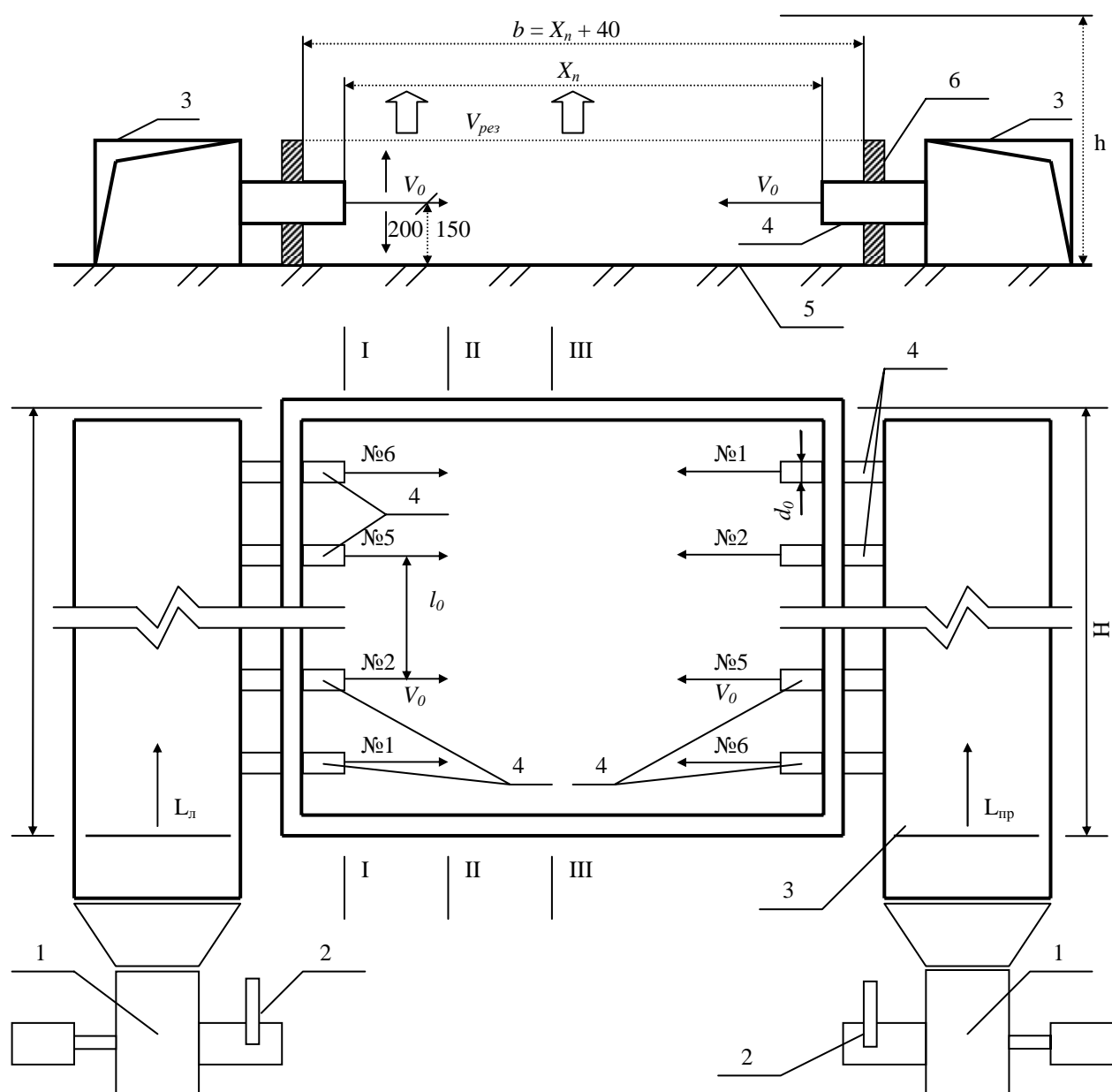


Рис. 1. Схема експериментальної установки:

- 1 – вентиляційний агрегат; 2 – заслінка; 3 – повітропровід $a \times b = 350 \times 350$ мм;
 4 – припливні циліндричні насадки $d_o = 50$ мм та їх номери (1÷6); 5 – основа; 6 – конструктивна частина повітророзподілювача: I-I; II-II; III-III – характерні перерізи припливних струмин;
 h – відстань до характерної площини полів швидкостей

Існує ряд повітророзподілювачів, де використовується ефект взаємодії співвісних та неспіввісних струмин. Згідно з [1] існують повітророзподілювачі, що представляють влаштування зустрічних повітровипускників власне як варіант перфорації для панельних повітророзподілювачів, де повітровипускні отвори розташовані у кілька рядів.

Тут розглядається можливість досягнення високої інтенсивності погасання параметрів при роздачі припливного повітря неспіввісними зустрічними припливними струминами, які взаємодіють між собою. Розглядається ефект взаємодії зустрічних неспіввісних струмин, які витікають з насадки при відстані між осями зустрічних струмин понад $0,5d_0$ і відстані між зустрічними насадками від $12d_0$ до $24d_0$. У результаті взаємодії струмин утворюється результуючий повітряний потік, який безпосередньо надходить у робочу зону. Основна увага тут приділена саме дослідженню залежності характеристик результуючого потоку від умов взаємодії струмин.

Важливою характеристикою такого потоку є рівномірність швидкості його руху по всій площині, з якої він спрямовується у робочу зону, що характеризується коефіцієнтом нерівномірності φ : $\varphi = V_c / V_{max}$, де V_c та V_{max} – відповідно, середня та максимальна швидкість повітря в живому перерізі повітророзподілювача.

Мета роботи. Вивчити характер розповсюдження результуючого повітряного потоку, визначити та оптимізувати коефіцієнт нерівномірності потоку φ для різних випадків взаємодії зустрічних неспіввісних струмин, а саме: при різних значеннях співвідношення витрат у повітропроводах ($L=L_{л}/L_{пр}$) та відстані між зустрічними насадками (X_n). Експериментальні дослідження проводились на установці, схема якої зображена на рис. 1.

Експериментальні дослідження були проведені при таких умовах та спрощеннях:

- струмини ізотермічні;
- припливні насадки – циліндричні патрубки з коефіцієнтом погасання швидкості $m = 6,8$;
- їхній діаметр не змінювався і становив $d_0 = 50$ мм;
- лінійний розмір повітропроводів не змінювався і становив $H = 1,5$ м;
- відстань між осями насадків l_0 була сталою і становила: $l_{01} = 100$ мм = $2d_0$;
- довжини струмин X_n , що взаємодіють, були змінними і становили: $X_{n1} = 0,6$ м = $12 d_0$; $X_{n2} = 0,8$ м = $16 d_0$; $X_{n3} = 1,0$ м = $20 d_0$; $X_{n4} = 1,2$ м = $24 d_0$;
- співвідношення витрат повітряних потоків $\bar{L} = L_{л} / L_{пр}$, що взаємодіють, змінювалось і становило: $\bar{L}_1 = 1,0$; $\bar{L}_2 = 2,0$; $\bar{L}_3 = 3,0$;
- початкова швидкість повітря в припливних насадках знаходилася в межах: $V = 5 - 15$ м/с.

Заміри швидкості руху повітря V здійснювалися термоелектроанемометром ТА-9 із використанням координатника із сіткою точок 5×5 см у перерізах: I-I; II-II; III-III.

Для проведення експериментальних досліджень була складена матриця планування 3-факторного експерименту без врахування ефекту взаємодії факторів – таблиця, тобто було прийнято лінійну математичну модель. Як вхідні фактори були прийняті величини:

- $x_1 = x / X_n$ – відносна поздовжня координата (X_n – тут відстань між повітропроводами);
- $x_2 = h / H$ – відносна координата ф;
- $x_3 = L_{л} / L_{пр}$ – співвідношення витрат повітряних потоків у повітропроводах; цей фактор був введений для створення пульсаційного режиму виходу повітряного потоку і забезпечення тим самим динамічного мікроклімату в приміщенні;

Функцією відгуку (параметром оптимізації) служить коефіцієнт нерівномірності $\varphi = V_c / V_{max}$, де V_c та V_{max} – відповідно, середня та максимальна швидкість результуючого потоку повітря в розрахунковій площині повітророзподілювача.

Отже, необхідно встановити функціональну залежність $\varphi = f(x_1; x_2; x_3)$.

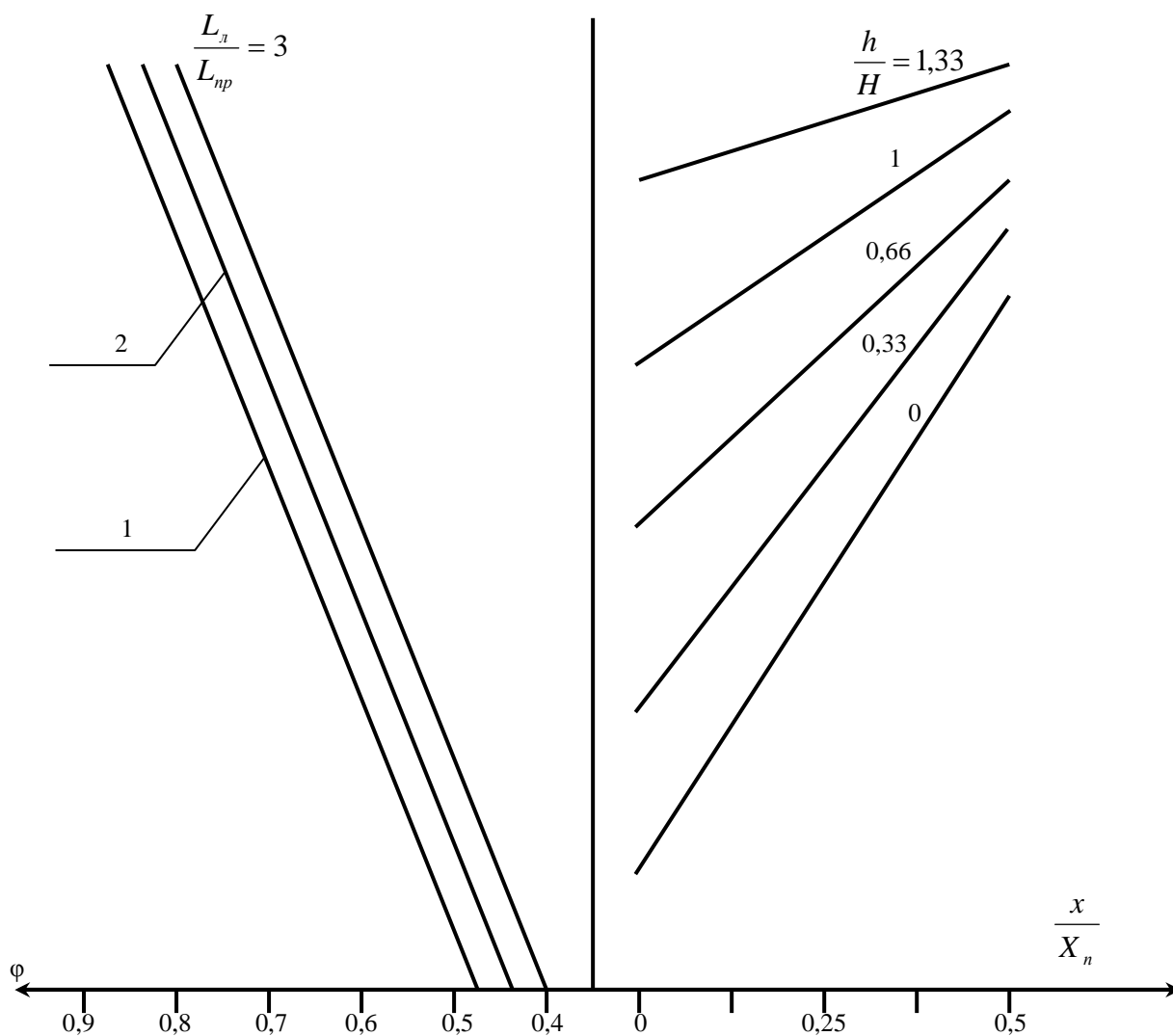


Рис. 2. Номограма для визначення коефіцієнта нерівномірності

Матриця планування 3-факторного експерименту

N	$x_1 = x / X_n$	$x_2 = h / H$	$x_3 = L_n / L_{np}$	φ
1	-	-	-	0,52
2	+	-	-	0,77
3	-	+	-	0,83
4	+	+	-	0,87
5	-	-	+	0,45
6	+	-	+	0,70
7	-	+	+	0,75
8	+	+	+	0,80

Отримане рівняння регресії має вигляд:

$$\varphi = 71,125 + 7,375 \cdot \frac{x}{X_n} + 10,125 \cdot \frac{h}{H} - 3,625 \cdot \frac{L_n}{L_{np}} \quad (1)$$

На підставі аналізу коефіцієнтів регресії констатуємо:

– суттєвий вплив на поведінку функції відгуку виявляють фактори x_2 (відносна поперечна координата h / H) та x_1 (відносна поздовжня координата x / X_n), а фактор x_3 (співвідношення витрат) впливає не так істотно;

– числове збільшення поздовжньої та поперечної координат веде до зростання функції відгуку, а збільшення співвідношення витрат – до її спадання;

Отже, для досягнення підвищення коефіцієнта нерівномірності результуючого потоку φ необхідно збільшити відстані від повітровипускних насадків до площини робочої зони, а співвідношення витрат – зменшити, тобто довести до їх рівності.

За результатами експериментальних досліджень складена номограма – рис. 2.

Подана номограма апроксимована залежністю (2):

$$\varphi = 0,52 - 0,04 \cdot \frac{L_n}{L_{np}} + 0,05 \cdot \left(1,0 + 4,5 \frac{h}{H} + \left(10,0 - 6,0 \cdot \frac{h}{H} \right) \cdot \frac{x}{X_n} \right). \quad (2)$$

Згідно з отриманими експериментальними даними оптимальними лінійними співвідношеннями для отримання достатньо рівномірної швидкості виходу результуючого повітряного потоку є такі: $x / X_n = 0,5$; $h / H = 0,15$; $L_n / L_{np} = 1$, тобто $L_n = L_{np}$. При цьому ефективність застосування зустрічних неспіввісних круглих струмин буде максимальною.

Висновки. На основі отриманих результатів:

– визначено та оптимізовано коефіцієнт нерівномірності потоку φ для різних випадків взаємодії зустрічних неспіввісних круглих струмин, а саме: при різних значеннях відносних відстаней від повітровипускних насадків до площини робочої зони x/X_n та h/H , а також співвідношення витрат повітряних потоків, що взаємодіють (L_n та L_{np});

– побудовано номограму;

– отримано розрахункові залежності;

– для досягнення підвищення коефіцієнта нерівномірності результуючого потоку φ необхідно збільшити відстані від повітровипускних насадків до площини робочої зони, а співвідношення витрат повітряних потоків, що взаємодіють (L_n та L_{np}) – зменшити;

– подано геометричну інтерпретацію результатів проведених досліджень (рис. 3);

– обґрунтовано, що ефективність застосування взаємодії зустрічних неспіввісних круглих струмин у повітророзподільвачах для подачі повітря в робочу, а також у верхню зону приміщення, є високою.

Застосування повітророзподільвачів із використанням ефекту взаємодії зустрічних неспіввісних струмин дасть змогу значно підвищити критерій ADPI при подачі в приміщення значної кількості повітря та зменшити матеріалоемність припливної системи.

1. Талиев В.Н. *Аэродинамика вентиляции*. – М.: Стройиздат 1978. – 274 с. 2. Гримитлин М.И. *Распределение воздуха в помещениях*. – М.: Стройиздат 1982, – 163 с. 3. Возняк О.Т. *Вплив взаємодії струмин на повітророзподіл у приміщенні*// Вісн. НУ “Львівська політехніка”. – 2001. – С. 27– 31.
4. Возняк О., Савчин Р., Гринчишин О. *Повітророзподіл у приміщеннях малої висоти струминами з підвищеним ступенем турбулізації* // Вісн. Національного університету “Львівська політехніка”. – 2002. – № 462. – С.134 – 138.
5. Возняк О., Ковальчук А. *Ефективність повітророзподілу зустрічними неспіввісними струминами* // Вісн. Національного університету “Львівська політехніка” – 2002 р. – № 460. – С. 157 – 161.
6. Vozniak O., Kovalchuk A.. *Air distribution by opposite non-coaxial air jets*. *Zbornik prednasok: VII Vedecka Konferencia s medzinarodnou ucastou Kosicko – Lvovsko – Rzeszowska*, 2002. – S. 173 – 178.
7. Возняк О., Ковальчук А., Іванусь Є., Кіц А. *Повітророзподіл у приміщенні при взаємодії зустрічних неспіввісних струмин* // Вісн. Національного університету “Львівська політехніка”. 2001. – № 432. – С.31 – 37.
8. Возняк О., Ковальчук А., Іванусь Є. *Взаємодія зустрічних неспіввісних струмин*. У зб.: “*Efektownosc dystrybucji i wykorzystania ciepła*”, *Polytechnika Rzeszowska, Solina*, 2001. – S. 397 – 403.
9. Vozniak O., Dovbush O. *Influence of indoor climate on a person heat exchange in a room*. *Zeszyty naukowe Politechniki Rzeszowskiej “Aktualne problemy budownictwa i Inzynierii srodowiska”; czesc 2 - inzynieria srodowiska*, *Rzeszow*, 2000. – S.441 – 447.
10. Губернский Ю.Д., Исмаилова Д.И. *Экономия энергии и топлива при управлении микроклиматом*. – *Водоснабжение и санитарная техника*. – 1985. – № 3. – С.11–12.
11. Банхиди Л. *Тепловой микроклимат помещений*. – М.: Стройиздат, 1981. – 248 с.