

О. Т. Возняк  
Ю. С. Юркевич  
Х. В. Миронюк  
О. О. Савченко

## ВИЗНАЧЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ВЕНТИЛЯЦІЇ ПРИМІЩЕННЯ У ЗМІННОМУ РЕЖИМІ НА ОСНОВІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ КОНЦЕНТРАЦІЇ CO<sub>2</sub>

Національний університет «Львівська політехніка»

*В роботі розглянуто розподіл повітря взаємодією плоских неспіввісних зустрічних струмин у змінному режимі. Визначено динамічні параметри повітряного потоку, утвореного взаємодією плоских неспіввісних зустрічних струмин при їх витіканні у змінному режимі зі створенням динамічного мікроклімату у приміщенні.*

*Метою цієї статті є вдосконалення методики визначення продуктивності вентиляції на підставі експериментальних вимірювань концентрації діоксиду вуглецю. За допомогою експериментальних вимірювань та знань, отриманих при дослідженні даної проблематики, у роботі було розроблено методику визначення продуктивності вентиляції приміщення на основі виміряних значень двоокису вуглецю, яка перевірялася й іншими експериментальними вимірюваннями. Значення продуктивності вентиляції, отримані в результаті розрахунку виміряних значень двооксиду вуглецю, порівнювалися з результатами розрахунків, виконаних згідно з чинними правовими нормами та приписами. На підставі порівняння результатів було розроблено методику для розрахунку продуктивності вентиляції, результати якої виявилися максимально близькими до результатів, отриманих завдяки методиці визначення продуктивності вентиляції в приміщенні на підставі виміряних значень двооксиду вуглецю.*

*Ключові слова: повітродіподіл, повітряна струмина, змінний режим, динамічний мікроклімат, швидкість руху повітря, витрата повітря.*

### Вступ

Постійно зростаючі ціни на електроенергію, носії та обладнання спричиняють зріст витрат, пов'язаних із використанням будівель. З огляду на факт, що в експлуатаційних витратах на нову будівлю значне місце займають витрати на опалення, головним чином, на обігрів повітря в системах вентиляції, заходи, спрямовані на оптимізацію інтенсивності вентиляції при збереженні комфорту споживачів, мають надзвичайно важливе значення і носять загальносуспільний характер.

З метою зменшення споживання електроенергії можна використовувати вентиляційні установки, що забезпечують рекуперацію тепла з відпрацьованого повітря. При виборі вентиляційного обладнання необхідно враховувати правильні граничні умови, аби вентиляційне обладнання не було завищеної чи заниженої потужності. З метою оптимізації інвестиційних та експлуатаційних витрат вентиляційного обладнання при дотриманні санітарних вимог щодо якості повітря у внутрішньому середовищі будівель у даній роботі розробляються методики визначення інтенсивності вентиляції внутрішніх приміщень будівель на основі отриманих в ході експериментальних вимірювань значень концентрації двоокису вуглецю.

Змінний режим витікання припливних струмин означає створення динамічного мікроклімату, що позитивно впливає на самопочуття і терморегуляцію людського організму.

**Метою роботи** є визначення величини продуктивності вентиляції та кратності повітрообміну в приміщеннях, яка б забезпечувала в них оптимальні санітарно-гігієнічні умови.

### Основна частина

Аналіз розрахунків продуктивності вентиляції в будівлях проводиться у відповідності до чинних нормативних документів. В Україні розрахункова продуктивність вентиляції регулюється такими основними правовими документами:

- ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування. – Київ 2013. 141 с.;
- ДБН В.2.2-15-2005 Житлові будинки. Основні положення. Державний комітет України з будів-

ництва та архітектури Київ – 2005;

- Наказ Міністерства охорони здоров'я України №30 від 23.02.2000. Про затвердження списків і введення в дію гігієнічних регламентів шкідливих речовин у повітрі робочої зони і атмосферному повітрі населених місць. Київ 2000;

- ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Наказ Міністерства охорони здоров'я України № 42 від 01.12.1999.- Київ, 1999;

- ГОСТ 12.1.005-88 «Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони»;

- ДБН В.2.2-3-97. Будинки та споруди навчальних закладів. – Київ. - 1997 – 50 с.

Повітрообмін у досліджуваному приміщенні в загальному можна визначити за допомогою розрахунків та вимірювань. У цій статті розглядається приміщення з природною вентиляцією. У переважній частині приміщення відбувається неконтрольований повітрообмін за рахунок інфільтрації та ексільтрації. Природну вентиляцію можна розглядати як повітрообмін внутрішнього середовища за рахунок різниці тисків, що виникла за рахунок різниці температур внутрішнього та зовнішнього повітря, а також в результаті динамічної дії вітру.

Визначаючи необхідну продуктивність вентиляції пропонується застосувати теоретичний підхід, що ґрунтується на визначенні об'єму припливного повітря на підставі відомої кількості CO<sub>2</sub>, яка встановлюється експериментальними вимірюваннями концентрації CO<sub>2</sub>. Експериментальні вимірювання проводились у зимовий період у більшості обраних приміщень [1]. На основі вимірних даних по концентрації CO<sub>2</sub> було розраховано необхідний приплив повітря, що відповідає санітарним вимогам, а також продуктивність вентиляції у приміщенні [2].

Зростання концентрації CO<sub>2</sub> представляється формулою [3; 4]:

$$C_{IDA} = C_{SUP} + \frac{q_m}{q_v} \cdot \left( 1 - \exp\left(\frac{-q_v}{V_M} \cdot t\right) \right) \quad (\text{мг/м}^3) \quad (1)$$

де:  $C_{IDA}$  - концентрація CO<sub>2</sub> у повітрі в приміщенні за час  $t$  [мг/м<sup>3</sup>];

$C_{SUP}$  - концентрація CO<sub>2</sub> у припливному повітрі за час  $t$  [мг/м<sup>3</sup>];

$q_m$  - масова витрата CO<sub>2</sub> у приміщенні, що надходить від джерела забруднення (мг/с);

$q_v$  - величина повітряного потоку, необхідного для вентиляції при усталеному режимі (м<sup>3</sup>/с);

$V_M$  - об'єм приміщення [м<sup>3</sup>];

$t$  - час [с].

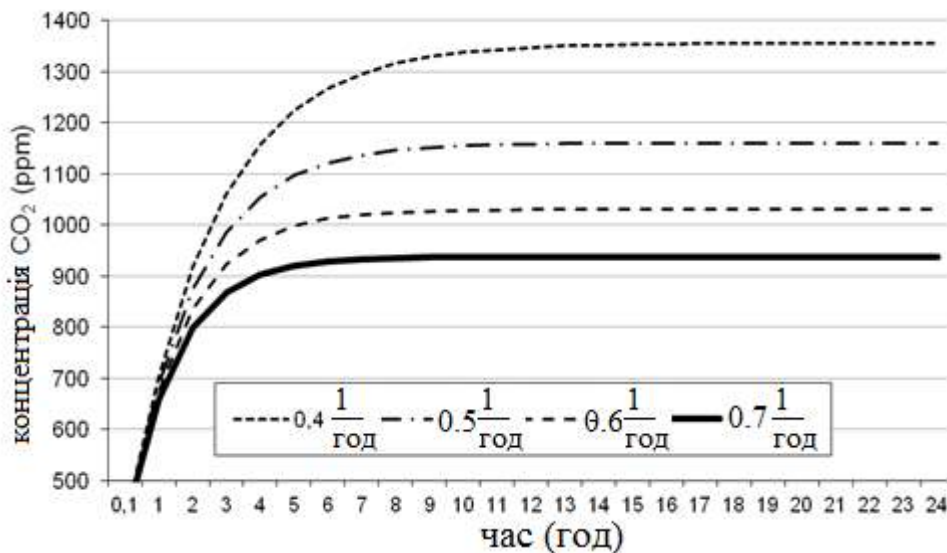


Рисунок 1 – Зміна концентрації CO<sub>2</sub> при різній інтенсивності вентиляції – робота сидячи.

При цьому аналізується зниження концентрації CO<sub>2</sub> у повітрі, відстежується час зниження концентрації CO<sub>2</sub> у приміщенні. Вимірювання завершуються після зниження концентрації CO<sub>2</sub> до значення концентрації CO<sub>2</sub> зовні.

Підвищення концентрації CO<sub>2</sub> було спричинене лише присутністю людей у приміщенні. Протягом усього часу вентиляція приміщення забезпечувалась за рахунок інфільтрації.

Якщо протягом зниження концентрації CO<sub>2</sub> змінюються початкові та граничні умови

(температура зовнішнього повітря та швидкість вітру), що впливають на інфільтрацію, необхідно уточнювати продуктивність вентиляції на основі вимірних значень концентрації CO<sub>2</sub>.

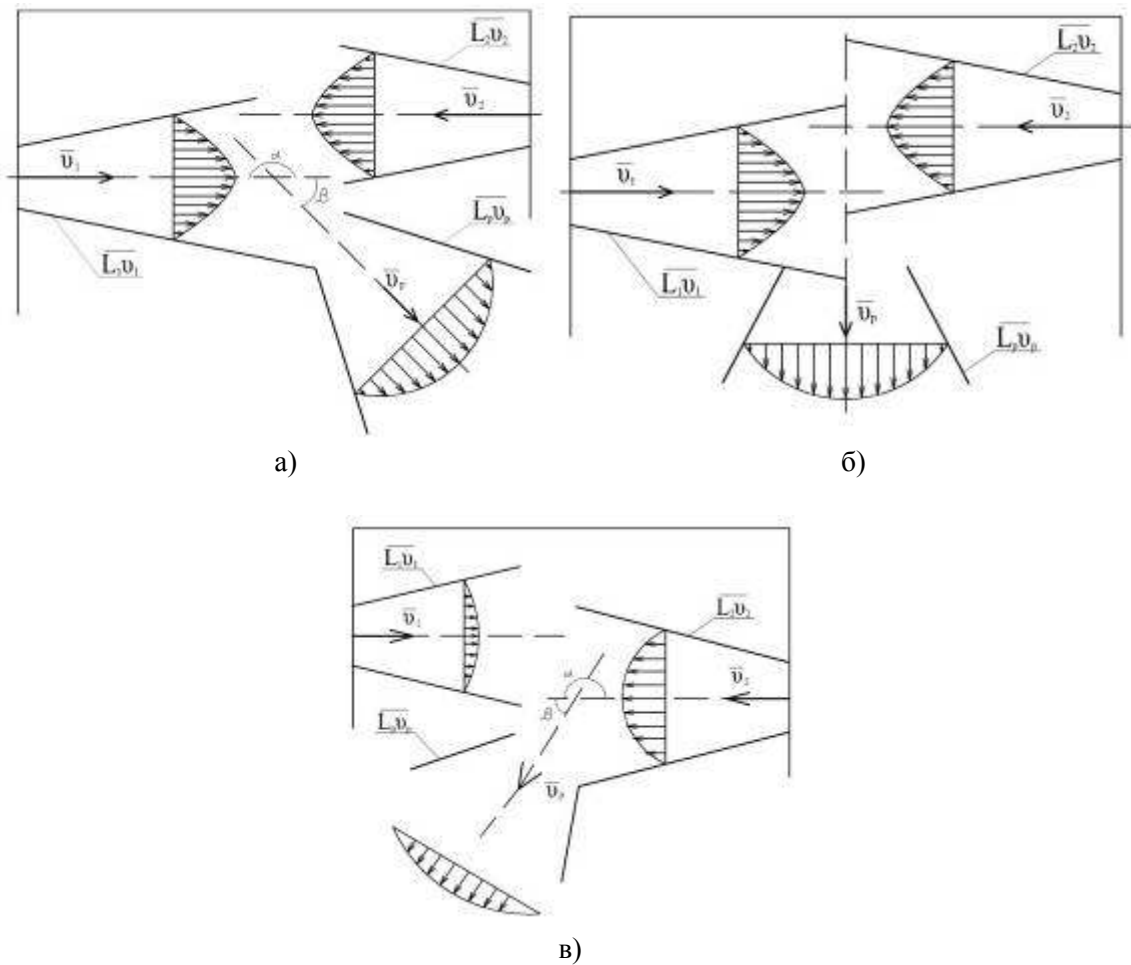


Рисунок 2 – Схема взаємодії зустрічних неспіввісних плоских струмін:  
 а)  $L_1 = L_2$  б)  $L_1 > L_2$  в)  $L_1 < L_2$

У ході експериментальних вимірювань вихідним було фактичне продукування CO<sub>2</sub> людьми, що знаходились у приміщенні. На основі виміряного зниження концентрації CO<sub>2</sub> було визначено продуктивність вентиляції, яка становила  $n = 0,5$  л/год. Ця величина відповідає величинам, отриманим в результаті експериментальних вимірювань, що були виконані лише з метою встановлення інтенсивності вентиляції.

Фактичне продукування двоокису вуглецю, що виробляється під час дихання людини в офісі визначається графічно, де для кожної інтенсивності дихання згідно формули (1) розраховані зміни концентрації CO<sub>2</sub>. На рис. 1 поряд з обчисленими змінами концентрації CO<sub>2</sub> зображені зміни фактичної вимірної концентрації CO<sub>2</sub>. На основі наведених кривих можна спостерігати, що фактичне продукування CO<sub>2</sub> відповідає інтенсивності дихання – 15 разів за хвилину, чому відповідає вироблена масова частка двоокису вуглецю 9,82 мг/с.

Поряд з усталеним режимом розглянемо змінний режим подачі припливного повітря, зокрема схему взаємодії зустрічних неспіввісних плоских струмін (рис.2) [5]. Вони витікають у змінному режимі, де початкова швидкість змінюється за періодичним законом.

Нехай маємо осесиметричну струмину з відносною осью швидкістю  $V_x$  у визначеній точці А з координатою  $X_i$  у випадку усталеного руху (стаціонарний режим) визначається за відомою формулою [6; 7; 8].

Розглядаючи змінний режим, слід застосувати такі залежності:

$$V_0 = \bar{V}_0 + A \cdot \cos \omega t \quad (2)$$

де  $\bar{V}_0$  - середнє значення  $V_0$ , м/с;

$A$  – амплітуда коливання  $V_0$ , м/с;  
 $\omega$  – циклічна частота коливання, с<sup>-1</sup>;  
 $t$  – час, с.

Величини  $\bar{V}_0$ ,  $A$  і  $\omega$  визначаються за формулами:

$$\bar{V}_0 = 0,5 \cdot (V_{0_{max}} + V_{0_{min}}) \quad (3)$$

$$A = 0,5 \cdot (V_{0_{max}} - V_{0_{min}}) \quad (4)$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \quad (5)$$

$T$  – період коливань, с.

Аналогічно опишемо решта невідомих величин:

$$V_x = \bar{V}_x + B \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T}t - \varphi\right) \quad (6)$$

Оскільки осьова швидкість  $V_x$  відстає за фазою порівняно з початковою швидкістю  $V_0$ , тому в дужках отримуємо негативний знак.

$$\bar{V}_x = 0,5 \cdot (V_{x_{max}} + V_{x_{min}}) \quad (7)$$

$$B = 0,5 \cdot (V_{x_{max}} - V_{x_{min}}) \quad (8)$$

Після перетворень отримуємо:

$$\bar{V}_x + B \cdot \cos(\omega t - \varphi) = \bar{V}_0 \frac{m\sqrt{F_0}}{x} + A \frac{m\sqrt{F_0}}{x} \cdot \cos \omega t \quad (9)$$

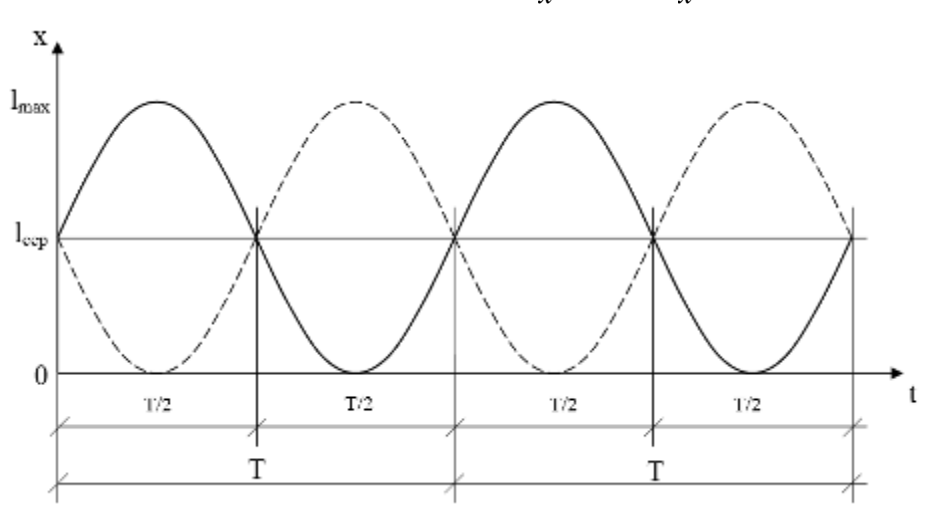


Рисунок 3 – Періодична зміна продуктивності вентиляції та концентрації CO2.

Оскільки усталений режим є частковим випадком змінного, то:

$$\bar{V}_x = \bar{V}_0 \frac{m\sqrt{F_0}}{x} \quad (10)$$

Враховуючи (9), (10) отримуємо:

$$B \cdot \cos\left(2\pi \frac{t}{T} - \varphi\right) = A \frac{m\sqrt{F_0}}{x} \cdot \cos 2\pi \frac{t}{T} \quad (11)$$

звідки амплітуда  $B$ :

$$B = A \frac{m\sqrt{F_0}}{x} \cdot \frac{\cos 2\pi t/T}{\cos(2\pi t/T - \varphi)} \quad (12)$$

Продуктивність при змінному режимі (рис. 3):

$$q_0 = \bar{q} + A_1 \sin \omega t \quad (13)$$

Концентрація  $\text{CO}_2$  в припливному повітрі за час  $t$  [мг/м<sup>3</sup>] при змінному режимі:

$$C_{SUP} = \bar{C} + A_2 \sin \omega t \quad (14)$$

Концентрація  $\text{CO}_2$  в приміщенні за час  $t$  [мг/м<sup>3</sup>] при змінному режимі:

$$C_{IDA} = \bar{C} + A_2 \sin \omega t + \frac{q_{ms}}{q + A_1 \sin \omega t} \left( 1 - \exp \frac{\bar{q} + A_1 \sin \omega t}{V_M} \right) \quad (15)$$

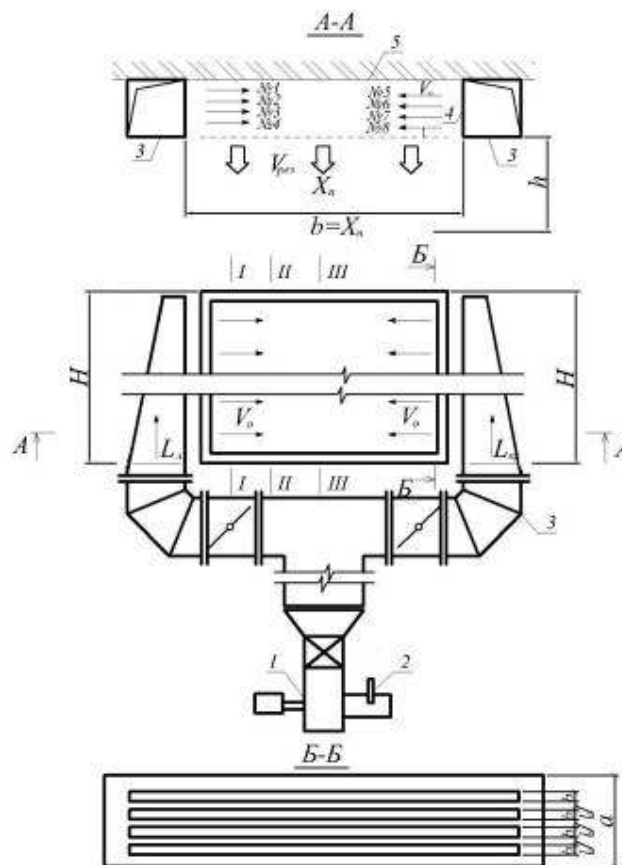


Рисунок 4 – Схема експериментальної установки

1 – радіальний вентилятор; 2 – заслінка; 3 – повітропровід з розмірами  $a \times b = 350 \times 350$  мм; 4 – повітророзподільник шириною  $b_0 = 20$  мм; 5 – основа;  $h$  – поточна координата.

Експериментальні дослідження проводились за таких умов [10]:

- повітряні струміни ізотермічні;
- припливні насадки мали ширину 20 мм і довжину 1,5 м;
- коефіцієнт затухання швидкості  $m = 2,5$ ;
- початкова швидкість:  $V = 5 - 15$  м/с;

- період зміни швидкості:  $T = 15$  хв.;
- витрата повітря:  $L = 200 - 500$  м<sup>3</sup>/ год.

Швидкість повітря вимірювалась термоелектроанемометром testo-405 з координатною сіткою 5×5 см.

### Висновки

- Витрата повітря та концентрація CO<sub>2</sub> у сукупному потоці була стала, а компоненти  $q_i$  змінювались за періодичним законом.
- Напрямок сукупного потоку забезпечується в межах 0 to 180°.
- Змінний режим забезпечує зниження концентрації CO<sub>2</sub>.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. P. Kapalo, S. Vilcekova, O. Voznyak. / Using experimental measurements the concentrations of carbon dioxide for determining the intensity of ventilation in the rooms. // Chemical Engineering Transactions. Vol.39, 2014 ISBN 978-88-95608-30-3; ISSN 2283-9216, - p.1789 - 1794.
2. P. Kapalo, S. Vilceková, F. Domnita, O. Voznyak. / Determine a methodology for calculating the needed fresh air. // The 9th International Conference "Environmental Engineering" 22–23 May 2014, Vilnius, Lithuania SELECTED PAPERS, eISSN 2029-7092 / eISBN 978-609-457-640-9 Section: Energy for Buildings.
3. Kapalo P., Voznyak O.T. / Experimental measurements of a carbon dioxide concentration for determining of a ventilation intensity in a room at pulsing mode. // Czasopismo Inzynierii Ladowej, Srodowiska i Architektury, tom XXXII, zeszyt 62 (nr 4/2015). – s.201 – 210.
4. P. Kapalo, O. Voznyak, Yu. Yurkevych, Kh. Myroniuk, I. Sukholova. / Ensuring comfort microclimate in the classrooms under condition of the required air exchange // Eastern European Journal of Enterprise Technologies. – Vol 5, № 10 (95) 2018. – pp.6 – 14.
5. V. Korbut, O. Voznyak, K. Myroniuk, I. Sukholova, P. Kapalo. / Examining a device for air distribution by the interaction of counter non-coaxial jets under alternating mode // Eastern European Journal of Enterprise Technologies. – Vol 2, № 8 (86) 2017. – pp.30 – 38, ISSN 1729-3774.
6. O. Voznyak, A. Kovalchuk. / Air distribution by opposite non-coaxial air jets. // У зб.: Zbornik prednasok: VII Vedecka konferencia s medzinarodnou ucastou Kosicko-Lvovsko-Rzeszowska, 2002. – p.173 – 178.
7. Возняк О. Т. / Вплив взаємодії струмін на повітродіподіл у приміщенні // Вісник НУ "Львівська політехніка" №432 "Теплоенергетика. Інженерія доквілля. Автоматизація", 2001. – с.27 – 31.
8. Возняк О. Т., Миронюк Х.В., Сухолова І.Є. / Застосування повітродіподілу взаємодією зустрічних неспіввісних струмін. // Збірник MOTROL «Motoryzacja I Energetyka rolnictwa», Tom 13 C, – Lublin, 2011. – с.24 - 31.
9. Возняк О. Т., Ковальчук А.О., Миронюк Х.В. / Повітродіподіл зустрічними неспіввісними круглими струминами. // Вісник НУ "Львівська політехніка" № 495 "Теорія і практика будівництва", 2004. – с. 42– 46.
10. Возняк О. Т. / Планування експерименту та оптимізація вирішень у вентиляційній техніці: Монографія // Львів: НУ"Львівська політехніка", 2010. – 220 с.
11. O. Voznyak, K. Myroniuk, O.Dovbush. / Relationship between a Person Heat Exchange and Indoor Climate. // "Selected scientific Papers" 10th Rzeszow-Lviv-Kosice Conference 2005 Supplementary Issue. Technical University of Kosice. – p. 148 – 152.
12. O. Savchenko, V. Zhelykh, H. Voll. / Analysis of the systems of ventilation of residential houses of Ukraine and Estonia // XVI International Scientific Conference Košice-Lviv-Rzeszów "Current Issues of Civil and Environmental Engineering in Košice-Lviv-Rzeszów. Book of Extended Abstracts. – Slovakia, Košice. – 2017. – P. 1-2.

### REFERENCES

1. P. Kapalo, S. Vilcekova, O. Voznyak. / Using experimental measurements the concentrations of carbon dioxide for determining the intensity of ventilation in the rooms. // Chemical Engineering Transactions. Vol.39, 2014 ISBN 978-88-95608-30-3; ISSN 2283-9216, - p.1789 - 1794.
2. P. Kapalo, S. Vilceková, F. Domnita, O. Voznyak. / Determine a methodology for calculating the needed fresh air. // The 9th International Conference "Environmental Engineering" 22–23 May 2014, Vilnius, Lithuania SELECTED PAPERS, eISSN 2029-7092 / eISBN 978-609-457-640-9 Section: Energy for Buildings.
3. Kapalo P., Voznyak O.T. / Experimental measurements of a carbon dioxide concentration for determining of a ventilation intensity in a room at pulsing mode. // Czasopismo Inzynierii Ladowej, Srodowiska i Architektury, tom XXXII, zeszyt 62 (nr 4/2015). – s.201 – 210.
4. P. Kapalo, O. Voznyak, Yu. Yurkevych, Kh. Myroniuk, I. Sukholova. / Ensuring comfort microclimate in the classrooms under condition of the required air exchange // Eastern European Journal of Enterprise Technologies. – Vol 5, № 10 (95) 2018. – pp.6 – 14.
5. V. Korbut, O. Voznyak, K. Myroniuk, I. Sukholova, P. Kapalo. / Examining a device for air distribution by the interaction of counter non-coaxial jets under alternating mode // Eastern European Journal of Enterprise Technologies. – Vol 2, № 8 (86) 2017. – pp.30 – 38, ISSN 1729-3774.
6. O. Voznyak, A. Kovalchuk. / Air distribution by opposite non-coaxial air jets. // У зб.: Zbornik prednasok: VII Vedecka konferencia s medzinarodnou ucastou Kosicko-Lvovsko-Rzeszowska, 2002. – p.173 – 178.
7. Voznyak O. T. / Vplyv vzayemodiyi strumyn na povitrorozpodil u prymishchenni // Visnyk NU "L'viv'ska politekhnika" №432 "Теплоенергетика. Інженерія доквілля. Автоматизація", 2001. – с.27 – 31.

8. O. Voznyak, K. Myroniuk, I. Sukholova. / Zastosuvannya povitrorozpodilu vzayemodiyeyu zustrichnykh nespivvisnykh strumyn. // Zb. MOTROL «Motoryzacja I Energetyka rolnictwa», Tom 13 C, – Lublin, 2011. – s.24 - 31.
9. O. Voznyak, A. Koval'chuk, K. Myroniuk. / Povitrorozpodil zustrichnymy nespivvisnymy kruhlymy strumynamy. // Visnyk NU "L'vivs'ka politekhnik" "Teoriya i praktyka budivnytstva", № 495 2004. – s. 42 – 46.
10. O. Voznyak. / Planuvannya eksperymentu ta optymizatsiya vyrishen' u ventyliatsiyniy tehnitsi: Monografiya // – Lviv: NU "L'vivs'ka politekhnik", 2010.– 220 s.
11. O. Voznyak, K. Myroniuk, O. Dovbush. / Relationship between a Person Heat Exchange and Indoor Climate. // "Selected scientific Papers" 10th Rzeszow-Lviv-Kosice Conference 2005 Supplementary Issue. Technical University of Kosice. – p. 148 – 152.
12. O. Savchenko, V. Zhelykh, H. Voll. / Analysis of the systems of ventilation of residential houses of Ukraine and Estonia // XVI International Scientific Conference Košice-Lviv-Rzeszów "Current Issues of Civil and Environmental Engineering in Košice-Lviv-Rzeszów. Book of Extended Abstracts. – Slovakia, Košice. – 2017. – P. 1-2.

**Возняк Орест Тарасович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри теплогазопостачання та вентиляції, Національний університет «Львівська політехніка», ORCID 0000-0002-6431-088X.

**Юркевич Юрій Степанович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри теплогазопостачання та вентиляції, Національний університет «Львівська політехніка», ORCID 0000-0002-8869-7759.

**Миронюк Христина Володимирівна** – кандидат технічних наук, доцент кафедри теплогазопостачання та вентиляції, Національний університет «Львівська політехніка», ORCID 0000-0002-6090-2298.

**Савченко Олена Олексіївна** – кандидат технічних наук, доцент кафедри теплогазопостачання та вентиляції, Національний університет «Львівська політехніка», ORCID 0000-0003-3767-380X.

**O. Voznyak  
Y. Yurkevych  
Kh. Myroniuk  
O. Savchenko**

## DETERMINATION OF ROOM VENTILATION CAPACITY AT VARIABLE MODE ON BASE OF CO<sub>2</sub> CONCENTRATION EXPERIMENTAL RESEARCH

National University "Lviv polytechnic"

*In this paper, the distribution of air by the interaction of flat non-equivalent counter jets in the alternating regime is considered. The dynamic parameters of the air flow generated by the interaction of flat non-equivalent counter jets with their flow in the alternating mode with the creation of a dynamic microclimate in the room are determined. The purpose of this article is to improve the methodology for determining the efficiency of ventilation based on experimental measurements of carbon dioxide concentration. With the help of experimental measurements and knowledge obtained in the study of this problem, a method for determining the ventilation efficiency of a room on the basis of measured values of carbon dioxide was developed in the work, which was also verified by other experimental measurements. The value of the ventilation efficiency obtained as a result of the calculation of measured values of carbon dioxide, was compared with the results of calculations performed in accordance with current legal norms and regulations. On the basis of comparison of results, one of the methods for calculating the efficiency of ventilation was developed, the results of which proved to be as close as possible to the results obtained by the method of determining the efficiency of ventilation in the room on the basis of measured values of carbon dioxide.*

*Key words: air distribution, air jet, variable mode, dynamic indoor climate, air velocity, air flow rate.*

**Voznyak Orest** – PhD in engineering, docent of the heat and gas supply and ventilation Chair, National University "Lviv polytechnic", e-mail: orest.voznyak@i.ua.

**Yurkevych Yuriy** – PhD in engineering, docent of the heat and gas supply and ventilation Chair, National University "Lviv polytechnic", e-mail: jurjurkev@gmail.com.

**Myroniuk Khrystyna** – PhD in engineering, docent of the heat and gas supply and ventilation Chair, National University "Lviv polytechnic", e-mail: . kristim81@ukr.net.

**Savchenko Olena** – PhD in engineering, docent of the heat and gas supply and ventilation Chair, National University "Lviv polytechnic", e-mail: o.savchenko@i.ua.

**О. Т. Возняк  
Ю. С. Юркевич  
Х. В. Миронюк  
Е. А. Савченко**

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ВЕНТИЛЯЦИИ ПОМЕЩЕНИЯ В ПЕРЕМЕННОМ РЕЖИМЕ НА ОСНОВАНИИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ КОНЦЕНТРАЦИИ CO<sub>2</sub>

Национальный университет «Львівська політехніка»

*В работе рассмотрены распределение воздуха взаимодействием плоских несоосных встречных струй в переменном режиме. Определены динамические параметры воздушного потока, образованного взаимодействием плоских несоосных встречных струй при их истечении в переменном режиме при создании динамического микроклимата в помещении. Целью этой статьи является совершенствование методики определения производительности вентиляции на основании экспериментальных измерений концентрации диоксида углерода. С помощью экспериментальных измерений и знаний, полученных при исследовании данной проблематики, в работе была разработана методика определения производительности вентиляции помещения на основе измеренных значений двуокиси углерода, которая проверялась и другими экспериментальными измерениями. Значение производительности вентиляции, полученные в результате расчета измеренных значений двуокиси углерода, сравнивались с результатами расчетов, выполненных в соответствии с действующими правовыми нормами и предписаниями. На основании сравнения результатов была разработана методика для расчета производительности вентиляции, результаты которой оказались наиболее близкими к результатам, полученным благодаря методике определения производительности вентиляции в помещении на основании измеренных значений двуокиси углерода.*

*Ключевые слова: воздухораспределение, воздушная струя, переменный режим, динамический микроклимат, скорость воздуха, расход воздуха.*

**Возняк Орест Тарасович** – кандидат технических наук, доцент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции, Национальный университет «Львівська політехніка», e-mail: orest.voznyak@i.ua.

**Юркевич Юрий Степанович** – кандидат технических наук, доцент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции, Национальный университет «Львівська політехніка», e-mail: jurjurkev@gmail.com.

**Миронюк Христина Владимировна** – кандидат технических наук, доцент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции, Национальный университет «Львівська політехніка», e-mail: kristim81@ukr.net.

**Савченко Елена Алексеевна** – кандидат технических наук, доцент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции, Национальный университет «Львівська політехніка», e-mail: o.savchenko@i.ua.