

де $G_{к.зр}$ – витрата повітря через зрошувальну камеру, кг/год (для СКП з I рециркуляцією $G_{к.зр} = G_{II}$; для СКП з I і II рециркуляціями $G_{к.зр} = 0.552 G_{II}$); I_{c1} і d_{c1} – відповідно питома ентальпія і вологовміст повітря на вході у зрошувальну камеру;

– результати розрахунків для СКП з I рециркуляцією:

$$i_{вк} = 49.44 \text{ кДж/кг}; \bar{T}_в = 283.55 \text{ К}; e_{вк} = 2.876 \text{ кДж/кг}; \\ E_{вп} - E_{вк} = 7.457 \text{ кВт};$$

– результати розрахунків для СКП з I і II рециркуляціями:

$$i_{вк} = 52.38 \text{ кДж/кг}; \bar{T}_в = 284.65 \text{ К}; e_{вк} = 2.674 \text{ кДж/кг}; \\ E_{вп} - E_{вк} = 5.051 \text{ кВт};$$

$$E_{гар} - E_{звор} = \frac{G_{II} \cdot (I_{п1} - I_{к}) \cdot \left(1 - \frac{T_0}{\bar{T}_{г.в}}\right)}{3600} = 2.106 \text{ кВт}, \quad (9)$$

де $\bar{T}_{г.в} = 273 + 0.5(t_{гар} + t_{звор}) = 329 \text{ К}$ – абсолютна середня температура гарячої води у повітронагрівнику II підігріву;

$$N_{вент} = N_{вст} \cdot \eta_{вент} = 6.6 \text{ кВт}.$$

Підставляючи розраховані значення величин у формулу (4), обчислюємо значення ексергетичного ККД для прямотечійної СКП $\eta_{екс} = 0.055$, для СКП з I рециркуляцією $\eta_{екс} = 0.062$, для СКП з I і II рециркуляціями $\eta_{екс} = 0.085$.

Висновки. 1. Розроблено методику оцінки ефективності систем кондиціонування повітря на основі ексергетичного аналізу.

2. При однаковій продуктивності різних схем систем кондиціонування повітря (прямотечійної, з I рециркуляцією, з I і II рециркуляціями) перевагу слід надавати системам з I і II рециркуляціями як таким, що мають найвищий ексергетичний ККД.

1. Шаргут Я., Петела Р. *Эксергия. Пер. с польск. под ред. В.М. Бродянского.* – М., 1968. 2. Богословский В.Н., Кокорин О. Я., Петров Л. В. *Кондиционирование воздуха и холодоснабжение: Учебник для вузов.* – М., 1985. 3. СНиП 2.04.05–86. *Отопление, вентиляция и кондиционирование.* – М., 1987. 4. Прохоров В.И., Шилклопер С.М. *Метод вычисления эксергии потока влажного воздуха // Холодильная техника.* – 1981. – № 9. С.37-41.

УДК 697.9.001.2

Жуковський С., Жуковська З.

ДУ “Львівська політехніка”, кафедра теплогазопостачання і вентиляції

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ НЕОРГАНІЗОВАНОГО ПРИРОДНОГО ПОВІТРООБМІНУ ПОМЕШКАНЬ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ

© Жуковський С., Жуковська З., 2000

This article presents the method of calculation of the uncontrolled natural air exchange in the rooms of civil buildings, which is based on the solution of the system of

nonlinear equations taking into account the total leakiness of window and door units and air pressure losses in air channels.

Вентиляція помешкань є важливою не тільки з гігієнічного і фізико-будівельного (утеплення і герметизації будинку) поглядів. Вона також забезпечує постачання кисню, який потрібний для спалювання органічного палива в побутових приладах помешкань (за їх наявності).

Дослідженнями гігієністів [1,2] встановлено, що кратність повітрообміну житлових помешкань повинна бути в межах $0,5 \dots 1,0 \text{ год}^{-1}$, причому більша величина стосується помешкань з об'ємом, що припадає на одну особу, менше від 15 м^3 . Для нагрівання такої кількості повітря в опалювальний період потрібно витратити відповідну чималу кількість тепла.

Енергоощадність будинку вимагає зменшення цих тепловтрат за рахунок ущільнення вікон та дверей. За доброго ущільнення вікон та дверей повітрообмін зменшується до $0,1 \text{ год}^{-1}$ [1], що викликає нестачу кисню в помешканні і ймовірність появи в ньому грибка та неповного спалювання органічного палива.

Повітрообмін через нещільності віконних і дверних блоків є трудним для аналізу, оскільки він залежить від розташування цього приміщення і помешкання в будинку, напрямку і швидкості вітру, різниці гравітаційних тисків на зовнішніх вертикальних огорожах, конфігурації і поперечного перерізу вентиляційних каналів.

Згідно з [3] годинну витрату повітря, що інфільтрує через віконний чи дверний балконний блоки, рекомендується визначати за формулою

$$G_i = 0,21 \cdot \Delta p_i^{0,67} \cdot F_i / R_i, \quad (1)$$

де F_i – загальна площа віконного блока (балконних дверей), м^2 ; R_i – дійсний опір повітропроникності віконного блока відповідного стандарту виготовлення, $\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па}^{2/3} / \text{кг}$; Δp_i – різниця тисків на зовнішній і внутрішній поверхнях віконного блока (балконних дверей), яку рекомендується визначити за формулою

$$\Delta p_i = (H - h_i) \cdot (\rho_z - \rho_{в.і}) \cdot g + k \cdot (c_n - c_{п}) \cdot \frac{\rho_z \cdot v_z^2}{2}, \quad (2)$$

де H – висота будинку від рівня землі до верхівки вентиляційного каналу або шахти, м; $\rho_z, \rho_{в.і}$ – об'ємна вага зовнішнього і внутрішнього повітря i -го приміщення; h_i – розрахункова висота від поверхні землі до верху віконного чи дверного блоків, м; $c_n, c_{п}$ – аеродинамічні коефіцієнти для навітряної та підвітряної поверхонь огорож будинку (рис.1); k – коефіцієнт зміни вітрового тиску з висотою від поверхні землі [5]; v_z – розрахункова швидкість вітру в холодний період року на висоті 10 м в районі метеостанції цього населеного пункту [6].

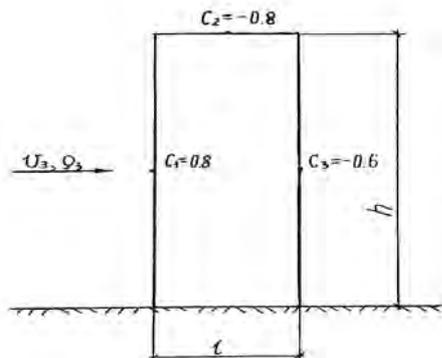


Рис.1. Розподілення аеродинамічних коефіцієнтів по поверхнях зовнішніх огорож будинку $h/l \geq 2$ [5]

де $\rho = (\rho_{B2} + \rho_3)/2$; μ_o - коефіцієнти витрати щілинного отвору ($\mu_o = 1/\sqrt{\zeta_o}$); ω_o – сумарна негерметичність віконного чи дверного балконного блоків, m^2 ; μ_k – коефіцієнт витрати вентиляційного каналу.

$$\mu_k = 1/\sqrt{\zeta_{зв.к}}, \quad (4)$$

де $\zeta_{зв.к}$ – зведений місцевий опір вентиляційного каналу

$$\zeta_{зв.к} = \lambda_k \cdot \frac{l_k}{d_v} + \sum \zeta, \quad (5)$$

де λ_k – коефіцієнт втрат тиску по довжині каналу; l_k – довжина каналу, м; d_v – еквівалентний за швидкістю діаметр поперечного перерізу каналу, м; $\sum \zeta$ – сума коефіцієнтів місцевих опорів каналу.

Для розв'язання системи рівнянь 3 треба знати величину ω_o віконного чи дверного блоків. Цю величину належить визначати при сертифікації цих блоків, наприклад, за відомою методикою визначення негерметичності кузова автобуса [7].

Розв'язавши систему рівнянь 3, знайдемо величину і знак p_{B2} і величини повітрообміну G_1, G_2 і G_3 в першому наближенні. Відповідно уточнюємо, через які отвори (отвір) повітря притікає у помещкання, а через які отвори (отвір) витікає з нього назовні.

Витрату повітря через притікальні отвори визначаємо за формулою

$$G_{пр.і} = \rho_3 \cdot \mu_{o,i} \cdot \omega_{o,i} \cdot \sqrt{2(p_i - p_{B2})/\rho_3}, \quad (6)$$

а через витікальні отвори –

$$G_{вит.і} = \rho_B \cdot \mu_{o,i} \cdot \omega_{o,i} \cdot \sqrt{2(p_{B2} - p_i)/\rho_B}. \quad (7)$$

За умови $\sum G_{пр.і} \neq \sum G_{вит.і}$ уточнюють величину p_{B2} .

Запропонований метод розрахунку неорганізованого повітрообміну, який базується на розв'язку системи рівнянь (3), можна використати і для розрахунку природного організованого повітрообміну житлових помещкань і окремих приміщень будинків різного призначення за відсутності механічної вентиляції.

1. Huber G. Wanner // *Gesundheits – ingenieur (Zeitschrift)*, nr 4/82. S.207-219. 2. Huber G. Wanner // *Technik am Bau*, nr. 8/83. S.645-648. 3. СНиП II-3-79**. *Строительная теплотехника / Госстрой СССР*. – М., 1986. 4. СНиП 2.04.05-86. *Отопление, вентиляция и кондиционирование / Госстрой СССР*. – М., 1988. 5. СНиП 2.01.07-85. *Нагрузки и воздействия*. – М., 1986. 6. СНиП 2.01.01.82. *Строительная климатология и геофизика / Госстрой СССР*. – М., 1983. 7. Михайловский Е.В. *Аэродинамика автомобиля*. – М., 1973.