

УДК 697.11

ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ В КОНСТРУКЦІЯХ ВІКОННИХ ПРОРІЗІВ

І.А. Пономарчук, Р.О. Пономарчук

В зв'язку з тим, що сучасні технології набувають все більшого значення в усіх сферах життєдіяльності, зокрема, при реконструюванні вже існуючих житлових та адміністративних будівель широко застосовуються автономні кондиціонери, найчастіше спліт-системи для забезпечення комфортних умов мікроклімату приміщень. Широке розповсюдження спліт-систем обумовлено простотою монтажу, гнучкістю цих систем, доступною ціною.

Але при встановленні зазначених систем не враховуються санітарно-гігієнічні вимоги, які висуваються до систем вентиляції та кондиціювання, крім того, одночасно з використанням автономних кондиціонерів широко застосовуються метало-пластикові конструкції скління віконних прорізів, які практично повністю герметичні з точки зору вентиляції. Використання в реконструйованих приміщеннях автономних кондиціонерів порушує розрахункову циркуляцію повітря в приміщеннях під дією гравітаційних сил, тобто для нормальної роботи системи вентиляції необхідно, щоб температура повітря в приміщенні була вищою за температуру зовнішнього повітря. В протилежному випадку, що характерно при реконструкції з використанням автономних кондиціонерів, циркуляція повітря під дією гравітаційних сил не можлива, що порушує вимоги існуючих нормативних документів.

В зв'язку з вищевикладеним, проблеми організації вентиляції в приміщеннях з охолодженням від автономних кондиціонерів набуває суттєвої ваги, оскільки відсутність циркуляції у житлових та адміністративних будівель призводить до погіршення газового складу повітря в приміщенні, зокрема, до підвищення вмісту вуглекислого газу. Проблема ускладнюється і тим, що в існуючих будівлях дуже складно влаштувати додаткову систему вентиляції, яка б забезпечувала необхідний повітрообмін в приміщенні.

Метою даної роботи було вирішення проблем, пов'язаних із забезпеченням необхідного повітрообміну в приміщенні з можливістю утилізації теплоти або холоду повітря, що видаляється. Для цього було запропоновано конструкцію вікна-теплообмінника, яке складається з рами (1) в якій встановлено три скла, перетинку з тоненької полімерної плівки (6), каналів для підведення (4,13) та відведення (3,10) повітря, а також циркуляційних вентиляторів (2,9). Конструкція вікна-теплообмінника пояснюється кресленням рис.1, на якому зображено його поперечний переріз.

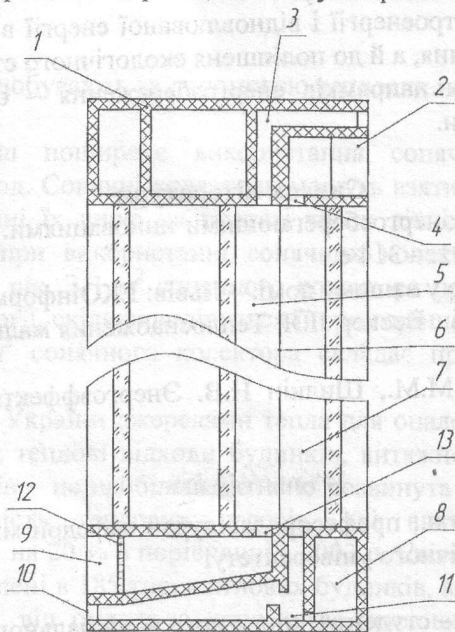


Рис. 1. Конструкція вікна-теплообмінника

Принцип дії вікна-теплообмінника наступний. Внутрішнє повітря забирається з приміщення за допомогою вентилятора 2 і подається в простір 7 між перетинкою 6 та внутрішнім склом. В той же час зовнішнє повітря забирається вентилятором 9 і подається в простір 5 між середнім склом та перетинкою 6.

Під час руху внутрішнього та зовнішнього повітря відбувається їх теплообмін через тонку полімерну плівку 6 тобто утворюється рекуперативний теплообмінний апарат з протиточним рухом середовищ, який забезпечує передачу тепла від внутрішнього повітря, що видаляється до свіжого зовнішнього повітря, що подається в приміщення. При охолодженні внутрішнього повітря під час руху його в просторі 7 за певних умов буде відбуватись конденсація вологи, відведення якої буде відбуватись за допомогою конденсатовідвідника 11. Для захисту від замерзання призначено повітрянагрівач 12.

Для попереднього визначення параметрів теплообмінника були прийняті такі допущення: кількість теплоти, яка надходила в простір 7 від внутрішнього скла, дорівнює кількості тепла, яка відводиться від повітря в просторі 5 до зовнішнього скла; коефіцієнт тепловіддачі приймався незалежним від температури та матеріалу поверхні, через яку відбувається теплообмін.

Кількість тепла, яка передається через поверхню теплообміну

$$Q_1 = k \cdot F \cdot \Delta t, \quad (1)$$

де k – коефіцієнт теплопередачі через полімерну плівку;
 F – площа поверхні теплообміну;
 Δt – температурний напір.

Коефіцієнт теплопередачі в свою чергу можна було визначити за формулою [1]

$$k = \left[\frac{1}{\alpha_1} + R_1 + \frac{1}{\alpha_2} \right]^{-1}, \quad (2)$$

де α_1, α_2 – коефіцієнти тепловіддачі гріючого повітря та повітря, що нагрівається до полімерної плівки;

R_1 – термічний опір плівки, через яку відбувається теплообмін.

В зв'язку з прийнятими допущеннями $\alpha_1 = \alpha_2$. В зв'язку з незначною товщиною плівки термічний опір її можна не враховувати.

Кількість теплоти, яка передається від повітря, що охолоджується

$$Q_2 = G_1 \cdot c \cdot (t_1' - t_1''), \quad (3)$$

При розрахункових зимових параметрах зовнішнього та внутрішнього повітря м. Вінниці $t_1 = 21^\circ\text{C}$ і $t_2 = -21^\circ\text{C}$ [2] для запобігання замерзання конденсату в каналах вікна-теплообмінника охолодження внутрішнього повітря повинно здійснюватись не нижче 0°C , тобто $t_1'' = 0^\circ\text{C}$. При умові однакових витратах повітря, що подається та видаляється з приміщення, тобто при $G_1 = G_2$ можна прийняти $t_1 - t_1'' = t_2' - t_2$.

Враховуючи прийняті допущення $Q_1 = Q_2$.

Приймаємо допущення, що режим руху повітря в каналах буде ламінарний. Товщину теплового шару можна визначити [3], як

$$\delta_t = \frac{4,64 x}{\sqrt{\text{Re}_x} \sqrt[3]{\text{Pr}}} \quad (4)$$

Коефіцієнт тепловіддачі від гріючого повітря та повітря, що нагрівається до полімерної плівки,

$$\alpha = \frac{3 \lambda}{2 \delta_t}, \quad (5)$$

де λ - коефіцієнт теплопровідності повітря.

Розв'язуючи систему рівнянь (1), (2), (3), (4), (5) з'являється можливість визначити необхідну швидкість повітря в каналах вікна-теплообмінника, яка буде забезпечувати його роботу з необхідними режимами:

$$w = \frac{0,0256 \cdot \lambda^2 \cdot Pr^{2/3} \cdot F^2}{f^2 \cdot \rho^2 \cdot x \cdot v \cdot c^2}, \quad (6)$$

де f – площа поперечного перерізу каналу для проходу повітря;
 ρ – густина повітря;
 x – ширина каналу для проходу повітря;
 v – кінематична в'язкість повітря.

Враховуючи прийняті допущення, а також конструктивні розміри вікна $F = 2 \text{ м}^2$, $f = 0,012 \text{ м}$, $x = 0,01 \text{ м}$ за (6) отримуємо необхідну швидкість повітря в каналах 1,6 м/с. При цих умовах масова витрата повітря складе 0,023 кг/с.

Вікно-теплообмінник буде забезпечувати не тільки санітарно-гігієнічні вимоги щодо необхідного повітрообміну в приміщенні, але і енергозбереження за рахунок утилізації частини теплоти від повітря, що видаляється. Максимальна кількість теплоти при утилізації буде забезпечуватись в зимовий період.

При розрахункових зимових параметрах зовнішнього та внутрішнього повітря м. Вінниці кількість утилізованої теплоти буде дорівнювати 0,46 кВт. Таким чином, використання вікна-теплообмінника буде дозволяти економити 39,7 МДж/добу теплової енергії на один віконний проріз, оснащений вікном-теплообмінником в зимовий період.

В літній період, при розрахункових параметрах зовнішнього та внутрішнього повітря м. Вінниці $t_1 = 27,3 \text{ }^\circ\text{C}$ і $t_2 = 21 \text{ }^\circ\text{C}$ кількість утилізованого холоду для обробки повітря системою кондиціювання буде дорівнювати 0,14 кВт, тобто споживання електроенергії кондиціонером зменшиться на 3,36 кВт-год/добу на один віконний проріз, оснащений вікном-теплообмінником в літній період.

Висновки

1. Використання вікна-теплообмінника дозволяє забезпечити необхідні санітарні вимоги щодо повітрообміну в приміщенні при будь-яких теплових і повітряних режимах в приміщенні.
2. Подібна конструкція окрім організації необхідного повітрообміну в приміщеннях без влаштування відповідних мереж, забезпечує збереження теплової енергії, необхідної для обробки повітря в зимовий період і електроенергії в літній період.
3. Попередні оціночні розрахунки показують перспективність подібної розробки і необхідність більш детального розгляду процесів, для чого необхідно розробити математичну модель вікна-теплообмінника із врахуванням всіх теплових потоків, а також процесів конденсації, які будуть відбуватись при охолодженні внутрішнього повітря.

Список літератури

1. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника: Справочник / Под общ. ред. В.А. Григорьева, В. М. Зорина – 2-е изд., перераб.– М.: Энергоатомиздат, 1991. – 588 с.: ил.– (Теплоэнергетика и теплотехника; Кн.4)
2. СНиП 2.04.05-91*У “Отопление, вентиляция и кондиционирование”, Киев.: КиевЗНИИЭП, 1996. – 89 с.
3. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача. – М.: Энергия, 1969. – 440 с.

Пономарчук Ігор Анатолійович – к.т.н., доцент кафедри теплогазопостачання Вінницького національного технічного університету.

Пономарчук Роксана Олександрівна – інженер в/ч Е-6530.