

ЕКСЕРГЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦІЇ З РЕКУПЕРАТИВНИМ МЕМБРАННИМ ТЕПЛОУТИЛІЗАТОРОМ

В.І. Дешко, д.т.н., проф., І.О. Суходуб

Національний технічний університет України «КПІ»

вул. Борщагівська, 115, 03056, м. Київ, Україна

E-mail: ira_krot@ukr.net

Утилізація теплоти в системах вентиляції відіграє значну роль в мінімізації енергоспоживання будівель. При цьому значного поширення набули мембранні теплообмінники, що дозволяють утилізувати явну та приховану теплоту. Для аналізу таких систем важливим є врахування використання більш якісної електричної енергії на приводи вентиляторів для утилізації менш якісної теплової, що можна зробити за допомогою ексергії. Вибір параметрів оточуючого середовища є дуже важливим для проведення ексергетичного аналізу. Для систем вентиляції пропонується обирати параметри оточуючого середовища рівними температурі та вологості зовнішнього повітря, що постійно змінюються [1, 2].

Розрізняють два типи показників ексергетичної ефективності: «простий» (η_{simple}) та «раціональний» (η_{rational}). Без врахування затрат електричної енергії на приводи вентиляторів та нагрівач [1, 3, 4]:

$$\eta_{\text{simple}} = \frac{Ex_{\text{SA}} + Ex_{\text{EA}}}{Ex_{\text{OA}} + Ex_{\text{RA}}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

$$\eta_{\text{rational}} = \frac{(Ex_{\text{SA}} - Ex_{\text{OA}})}{(Ex_{\text{RA}} - Ex_{\text{EA}})} \cdot 100\%, \quad (2)$$

де Ex_{SA} – ексергія припливного повітря, Ex_{OA} – ексергія зовнішнього повітря, Ex_{RA} – ексергія повітря з приміщення, Ex_{EA} – ексергія викидного повітря.

З врахуванням затраченої електричної потужності формули (1-2) в загальному випадку будуть мати наступний вигляд [1, 3, 4]:

$$\eta_{\text{simple}(\text{el})} = \frac{Ex_{\text{SA}} + Ex_{\text{EA}}}{Ex_{\text{OA}} + Ex_{\text{RA}} + N_{\text{el}} + N_{\text{preheater}}} \cdot 100\%, \quad (3)$$

$$\eta_{\text{rational}(\text{el})} = \frac{(Ex_{\text{SA}} - Ex_{\text{OA}})}{(Ex_{\text{RA}} - Ex_{\text{EA}}) + N_{\text{el}} + N_{\text{preheater}}} \cdot 100\%, \quad (4)$$

де N_{el} – потужність приводів вентиляторів, $N_{\text{preheater}}$ – потужність підігрівача зовнішнього повітря для запобігання заморожування.

Зазвичай ексергію потоку витяжного повітря після теплообмінника можна віднести до втрат та за точку відліку ексергії прийняти параметри зовнішнього повітря ($Ex_{\text{OA}} = 0$), що відповідно спрощує формули (1-4):

$$\eta_{\text{ex}} = \eta_{\text{simple}} = \eta_{\text{rational}} = \frac{Ex_{\text{SA}}}{Ex_{\text{RA}}} \cdot 100\%. \quad (5)$$

$$\eta_{\text{ex(ел)}} = \eta_{\text{simple(ел)}} = \eta_{\text{rational(ел)}} = \frac{Ex_{\text{SA}}}{Ex_{\text{RA}} + N_{\text{el}} + N_{\text{preheater}}} \cdot 100\%. \quad (6)$$

Витрата повітря задавалася 150 м³/год, коефіцієнти ефективності по явній та повній теплоті складали відповідно $\eta_t=80,4\%$, $\eta_h=73,2\%$. Параметри повітря в приміщенні задавалися постійними: $t_{\text{ra}}=22$ °С, $\phi_{\text{ra}}=40\%$. Параметри зовнішнього повітря варіювалися, при цьому для знаходження відповідного для кожної температури вологовмісту використовувалися погодинні значення температури та вологості за 2011-12 рр. для м. Києва [5]. На рис. 1 зображені потоки ексергії у вентиляційній установці з теплоутилізатором повної теплоти в холодний період року. За умови постійного використання установки значення середньозважених коефіцієнтів ексергетичної ефективності за опалювальний сезон 2011-12 рр. наведені в табл. 1.

Ексергетичний аналіз показав, що використання різних підходів змінює результати визначення ексергетичної ефективності систем вентиляції з теплоутилізаторами повної теплоти.

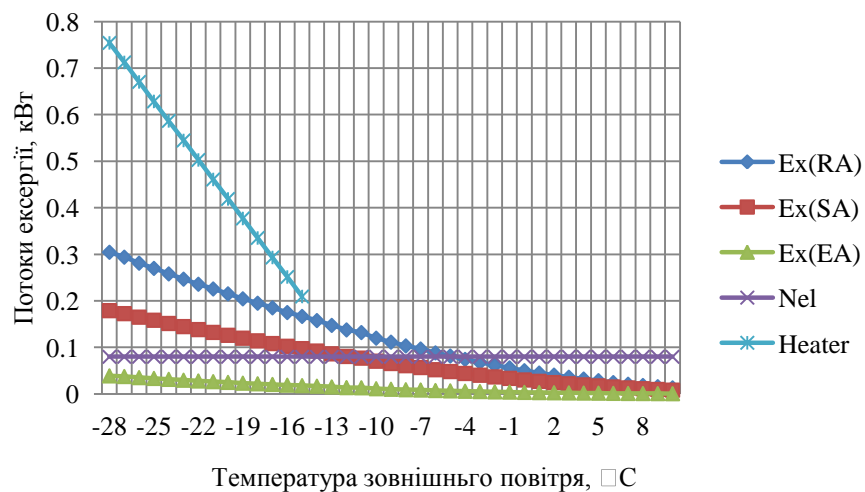


Рис. 1 Потоки ексергії у вентиляційній системі з теплоутилізатором

Табл. 1. Значення коефіцієнтів ексергетичної ефективності

η_{simple}	0,678	η_{rational}	0,652	η_{ex}	0,603
$\eta_{\text{simple(ел)}}$	0,244	$\eta_{\text{rational(ел)}}$	0,224	$\eta_{\text{ex(ел)}}$	0,216

Література

1. Torio H., Angelotti A., Schmidt D. Exergy analysis of renewable energy-based climatisation systems for buildings // Energy and Building. – 2009. – №41. – pp. 248-271
2. Sakulpipatsin P., Itard L.C.M, Van Der Kooi H.J., Luscuere P.G., Boelman E.C. A reference environment for the calculation of the exergy value of air in buildings // ASHRAE Transactions. – 2009. – №1. –10 p.
3. Boelman E.C., Sakulpipatsin P., Van Der Kooi H.J., Itard L.C.M., Luscuere P.G. Functional exergy efficiency and exergy consumption behaviour for air-to-air heat exchangers operating at near-environmental temperatures // Int. J. of Exergy. – 2008. – Vol. 5, No. 5-6. – pp. 582-604

4. Цуй ЯньМэй, Иванов О.П. Применение h-d и s-d диаграммы для расчета утилизаторов // Вестник Международной Академии Холода. –2007. – Выпуск 4. –С. 25-26. –ISSN 1606-4313.
5. www.meteoprog.ua/ua/fwarchive/Kyiv/