

ЕКСЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕПЛОНАСОСНИХ СИСТЕМ

Денисова А.Є., Алхемири Саад Альдин (Alhemiri Saad Aldin),

Цуркан А.В., Фокін О.С.

*Одеський національний політехнічний університет,
м. Одеса*

Тепловий насос (ТН) вимагає витрати роботи для передачі теплоти від низькопотенційного джерела до високопотенційного. Існує кінцева межа ефективності теплових насосів – коефіцієнт перетворення теплоти, який не є коефіцієнтом корисної дії: $COP=Q_H/W$, де Q_H – теплопродуктивність, W – потужність приводу ТН. Якість енергії залежить від її здатності перетворюватися на інші види енергії. Якщо механічна робота в ідеальному процесі може бути повністю перетворена в інший вид енергії, то теплота, навіть в ідеальному процесі, лише частково перетворюється на механічну роботу.

Енергетична ефективність ТН оцінюється коефіцієнтом перетворення $\varphi=g_k/l$, де $g_k=T_k \cdot \Delta S$ – питомий тепловий потік в конденсаторі, що є сумою $g_e=T_e \cdot \Delta S$ – питомої теплоти у випарнику і $l=(T_k-T_e) \cdot \Delta S$ – питомої роботи в компресорі. Отже, рівняння енергобалансу для ТН $g_k=g_e+l$, що відповідає 1-ому закону термодинаміки [1]. Ефективність ідеального ТН $\varphi_{id}=T_k/(T_k-T_e)$, де T_k і T_e – температура в конденсаторі і випарнику, відповідно. Енергія механічна і електрична можуть бути необмежено перетворені в інші форми енергії, отже, являють собою ексергію.

Ексергетичний метод розрахунків роботи теплонасосних систем дозволяє більш точно оцінити їх термодинамічну ефективність. Енергія теплоти складається з ексергії і анергії. Анергія – частина енергії, що не перетворюється, або тепловий потік має температуру доквілля T_{nc} . Міру перетворення теплоти в роботу характеризує її працездатність (ексергію теплоти). Ексергія – максимальна робота, яку може виконати термодинамічна система у разі переходу з існуючого стану до стану рівноваги з доквіллям.

Термодинамічна досконалість ТН визначається його ексергетичним ККД. При постійній температурі T (при $T < T_{nc}$), тепловий потік g_k , його ексергія e_g та анергія a_g пов'язані між собою рівняннями: $g_k=e_g+a_g$; $e_g=g_e(T-T_{nc})/T=g \cdot \tau_e$; $a_g=g \cdot T_{nc}/T=g \cdot (1-\tau_e)$, де τ_e – ексергетична температурна функція, що дорівнює термічному ККД прямого зворотного циклу Карно і є функцією термодинамічного стану системи і навколишнього середовища. Ступінь термодинамічної досконалості енергоустановок визначається ексергетичним ККД $\eta=E_e/E_n=(E_n-D_e)/E_n$, де E_e і E_n – відведена і підведена ексергія, відповідно; D_e – втрати ексергії [2]. Ексергетичний ККД ТН при підводі теплоти у доквілля, коли ексергія ТН у випарнику дорівнює нулю $\eta_e=e_{gk}/l=g_k \cdot \tau_e/l=\varphi \cdot \tau_e$, де e_{gk} – відведена питома ексергія теплового потоку в конденсаторі ТН. В реальній ТНУ ексергетичний ККД, значення якого використовується для оцінки її досконалості, завжди менше одиниці.

Література:

1. Эксергетические расчеты технических систем: справ. пособие / Под ред. Долинского А.А., Бродянского В.М. – Киев: Наукова думка, 1991. – 360 с.
2. Денисова А.Е., Бірюк В.Ю. Эффективность теплонасосных систем на электростанциях // Nowa Energia, 2012, № 2 (26). – Р. 214–215.