

УДК 697.94.(075)

Володимир Лабай, Оксана Омельчук
 Національний університет “Львівська політехніка”,
 кафедра теплогазопостачання і вентиляції

ЕКСЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА МІСЦЕВИХ АВТОНОМНИХ КОНДИЦІОНЕРІВ

© Лабай Володимир, Омельчук Оксана, 2002

In this article it was described the method of the exergetic analysis of one-step freon cooling engines, that are used in the local autonomous air conditioners. It was defined the exergetic output-input ratio of the several «split» air conditioners of firm «SANYO» for standart conditions and shown dependence of it from the air conditioner cooling capacity.

Для визначення максимальної ефективності роботи холодильної машини загалом, а також для оцінки втрат енергії в її окремих конструктивних елементах, найзручніше використовувати загальний термодинамічний метод аналізу – *ексергетичний* [1].

Ексергія системи в даному стані вимірюється кількістю перетворюваної енергії, яка може бути отримана від системи завдяки її зворотному переходу з даного стану до стану рівноваги з навколишнім середовищем.

Ексергетичний аналіз дозволяє встановити максимальні термодинамічні можливості системи, визначити втрати ексергії в ній та обґрунтувати рекомендації із вдосконалення окремих її елементів [1, 2].

Для розрахунку ексергетичного ККД та аналізу роботи холодильної машини місцевого автономного кондиціонера необхідно мати такі вихідні дані:

- холодопродуктивність кондиціонера;
- температуру внутрішнього повітря на вході у випарник і припливного на виході з нього;
- температуру зовнішнього повітря на вході і на виході з конденсатора;
- холодильний агент – хладон-22 (R22);
- схему холодильної установки (рис. 1, а).

Підраховуючи температури випаровування та конденсації за стандартних умов для зовнішнього повітря $t_{H1} = 35^{\circ}\text{C}$, яким охолоджується конденсатор холодильної машини кондиціонера, і внутрішнього повітря $t_{C1} = 27^{\circ}\text{C}$, яке охолоджується у випарнику холодильної машини кондиціонера, а також температури всмоктування пари холодильного агента в компресор і переохолодження рідкого холодильного агента в конденсаторі, будують процес роботи холодильної установки без охолодження компресора в термодинамічній Р,і-діаграмі (рис.1, б). У характерних точках схеми за діаграмою або за таблицями знаходимо параметри холодильного агента [2].

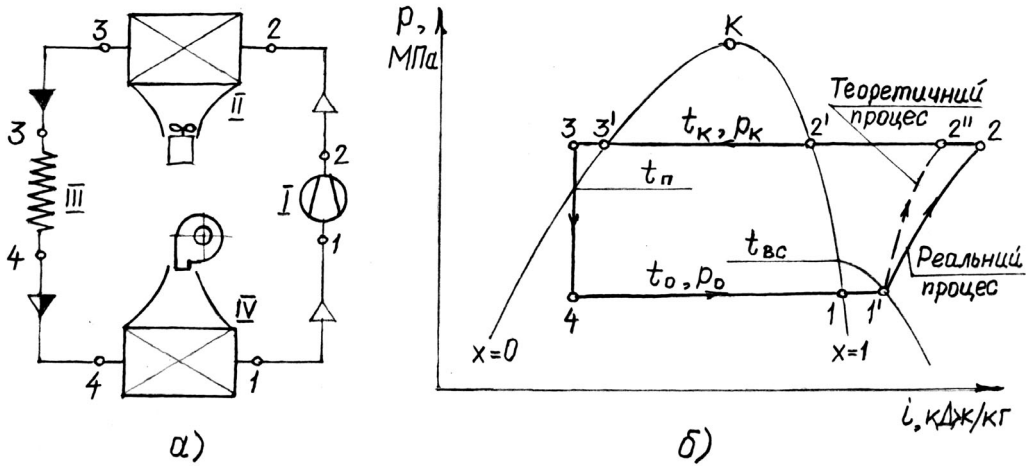


Рис. 1. Схема холодильної машини (а) та побудова процесів роботи на P, i -діаграмі (б): I – компресор; II – конденсатор; III – капілярна трубка; IV – випарник

Питома внутрішня індикаторна робота компресора становить:

$$l_i = i_2 - i_1, \text{ кДж/кг}, \quad (1)$$

За термодинамічною P, i -діаграмою визначаємо витрати теплоти на одиницю витрати робочого холодильного агента в окремих апаратах холодильної установки.

Знаходимо холодильний коефіцієнт установки за формулою:

$$\varepsilon = \frac{\eta_{ем} q_0}{l_i}, \quad (2)$$

де $\eta_{ем}$ – електромеханічний ККД компресора ($\eta_{ем} = 0,9$); $q_0 = i_1 - i_4$, кДж/кг – питома витрата теплоти у випарнику на одиницю витрати холодильного агента.

Ексергетичний ККД холодильної машини знаходимо за формулою:

$$\eta_e = E_c \cdot \varepsilon, \quad (3)$$

де $E_c = \frac{T_{н.с}}{T_c} - 1$ – питома витрата електричної енергії (ексергії) в ідеальному циклі, віднесена до одиниці теплоти, підведеної до теплоприймальника (випарника) із середньою температурою \bar{T}_c , К; $T_{н.с}$ – температура навколишнього середовища, К.

Значення ексергії холодильного агента в характерних точках процесу визначаємо за формулою:

$$e = i - i_{н.с} - T_{н.с}(s - s_{н.с}), \text{ кДж/кг}, \quad (4)$$

де i – значення питомої ентальпії холодильного агента в характерних точках процесу, кДж/кг; $i_{н.с}$ – значення питомої ентальпії холодильного агента в стані $T_{н.с}$, $p_{н.с}$ (температура і тиск навколишнього середовища), який знаходиться в рівновазі з навколишнім середовищем, кДж/кг; s та $s_{н.с}$ – відповідні значення ентропії холодильного агента, кДж/(кг·К), які визначаються за термодинамічними таблицями або діаграмами [2]. Знаходимо питому кількість ексергії, яка вводиться в холодильну машину у вигляді електричної енергії, підведеної до електродвигуна компресора за формулою:

$$e_{\text{вх}} = \frac{N_e \cdot 10^{-3}}{G}, \text{ кДж/кг}, \quad (5)$$

де N_e – споживана електродвигуном компресора потужність, Вт; G – кількість циркулюючого холодильного агента в контурі холодильної машини, кг/с.

Знаходимо втрати ексергії в окремих апаратах холодильної установки:

$$d = e_{\text{поч}} - e_{\text{кін}}, \text{ кДж/кг}, \quad (6)$$

або у відсотках від ексергії, яка вводиться в холодильну машину:

$$D = \frac{e_{\text{поч}} - e_{\text{кін}}}{e_{\text{вх}}} \cdot 100, \% \quad (7)$$

За результатами розрахунку будемо ексергетичну діаграму потоків холодильної машини (рис. 2).

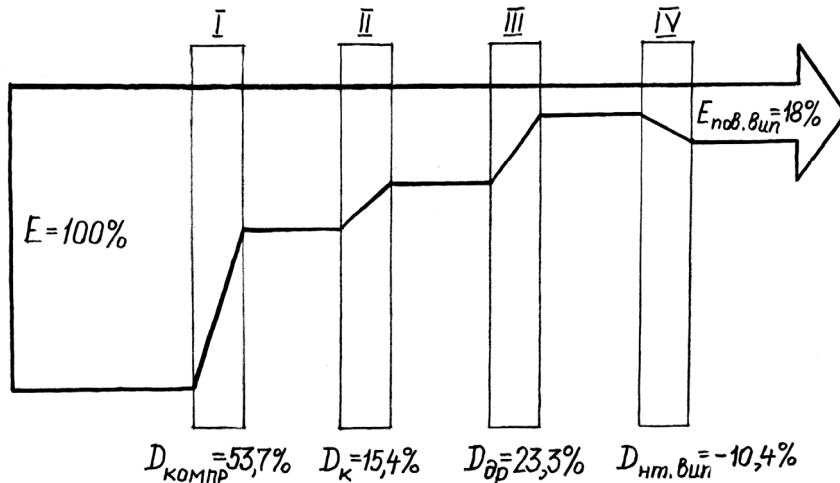


Рис. 2. Ексергетична діаграма потоків холодильної машини на прикладі кондиціонера фірми "SANYO" холодопродуктивністю $Q_{\text{х ст}} = 2020$ Вт за стандартних умов ($T_{\text{н.с}} = 308$ К; $T_{\text{с1}} = 300$ К)

Нами проведено розрахунок ексергетичного ККД одноступеневих холодильних машин кондиціонерів типу «split» фірми «SANYO» різної холодопродуктивності за стандартних умов. Для проведення розрахунку приймали:

- переохолодження рідкого холодильного агента у конденсаторі $\Delta t_{\text{перех}} = 5$ °С;
- перегрів пари холодильного агента у випарнику $\Delta t_{\text{перегр}} = 10$ °С;
- кінцеву різницю температур у випарнику (внутрішнього повітря і киплячого холодильного агента) $\Delta t_{\text{вип}} = 2 \dots 4$ °С;
- кінцеву різницю температур у конденсаторі (зовнішнього повітря і холодильного агента, який конденсується) $\Delta t_{\text{к}} = 3 \dots 5$ °С;
- електромеханічний ККД компресора $\eta_{\text{ем}} = 0,9$.

Для проведення розрахунків на ЕОМ Р,і-діаграма хладона-22 (R22) в діапазоні температур 0...50 °С використали у вигляді аналітичних залежностей $P = f(t)$, $i = \varphi(t)$, $s = \psi(t)$.

Результати розрахунку наводимо в таблиці.

**Результати розрахунку ексергетичного ККД
кондиціонерів фірми "SANYO"**

Стандартна холодопродуктивність $Q_{хст}$, Вт	Стандартні температурні умови роботи холодильної машини, °С		Ексергетичний ККД η_e
	Температура випаровування $t_0 = t_{eup}$	Температура конденсації t_k	
2020	15	45	0,180
2060	9	48	0,162
3450	15	47	0,145
4600	16	49	0,144
8790	17	49	0,120

Ексергетичний ККД одноступеневих холодильних машин кондиціонерів фірми «SANYO» за стандартних умов тим вищий, чим менша холодопродуктивність кондиціонера. Для кондиціонованого приміщення з метою забезпечення найвищого ККД холодильної установки краще використовувати декілька кондиціонерів з малою холодопродуктивністю, ніж один з великою.

Методика термодинамічного ексергетичного аналізу дає можливість визначення ексергетичного ККД холодильної машини місцевого автономного кондиціонера, а також втрат ексергії у всіх елементах холодильної машини кондиціонера з метою подальшого вдосконалення окремих її елементів.

1. Соколов Е.Я., Бродянский В.М. Энергетические основы трансформации тепла и процессов охлаждения. – М., 1981. – 320 с. 2. Богданов С.Н., Иванов О.П., Куприянова А.В. Холодильная техника. Свойства веществ. – М., 1985. – 208 с.

УДК 697.9:621;697:621

Андрій Ковальчук, Орест Возняк
Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра теплогазопостачання і вентиляції

**ЕФЕКТИВНІСТЬ ПОВІТРОРІЗПОДІЛУ ЗУСТРІЧНИМИ
НЕСПІВВІСНИМИ СТРУМИНАМИ**

© Ковальчук Андрій, Возняк Орест, 2002

In this article the results of incoming jet characteristics determination experimental investigations at interaction of opposite non-coaxial air jets are presented. Analytic equations for jet parameters calculation at case of air jets strike in a room are obtained. Dependency of resulting air jet velocity against sizeless distance between air supply holes is presented as a chart. So is done coefficient of resulting air jet supply velocity uniformity.

Як відомо, у робочій зоні приміщень мають забезпечуватись нормовані параметри повітряного середовища. У зв'язку з цим важливого значення набуває ефективність розподілу припливного повітря, оскільки способи і пристрої повітророзподілу суттєво впливають на техніко-економічні показники системи забезпечення мікроклімату загалом.