

9. Декларацийний патент України №16828 від 15.08.2006 р., Бюл. №8, 2006 р. “По-вітророзподільник”. Возняк О.Т., Ковальчук А.О., Миронюк Х.В.

10. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – М.: Наука, 1976. – 279 с.

Отримано 04.09.2008

УДК 697.94 (075)

В.Й.ЛАБАЙ, канд. техн. наук

Національний університет «Львівська політехніка»

УНІВЕРСАЛЬНА ЗАЛЕЖНІСТЬ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЕКСЕРГЕТИЧНОГО ККД SPLIT-КОНДИЦІОНЕРІВ

Використано ексергетичний метод аналізу роботи одноступеневих хладонових холодильних машин місцевих автономних кондиціонерів. Встановлено універсальну залежність для визначення ексергетичного ККД split-кондиціонера фірми „Sanpo” холодопродуктивністю 2020 Вт.

Холодильні машини, які застосовують в місцевих автономних кондиціонерах, потребують для зменшення енергозатрат вдосконалення, яке можливе з використанням сучасного методу термодинаміки – *ексергетичного* [1-3].

Ексергетичний аналіз дозволяє встановити максимальні термодинамічні можливості системи, визначити втрати ексергії в ній та обґрунтувати рекомендації з вдосконалення окремих її елементів. А для цього треба досконало вивчити всі аспекти роботи холодильної машини місцевих автономних кондиціонерів.

Найдетальніше ексергетичний метод аналізу одноступеневих холодильних машин наведений в [1], який непристосований для холодильних машин місцевих автономних кондиціонерів, у яких випарник і конденсатор омиваються відповідним повітрям, а в контурі холодильної машини циркулює інший холодоагент. Також коротко цей метод аналізу висвітлений у [2, 3].

Тому нами було розроблено ексергетичний метод аналізу роботи одноступеневих хладонових холодильних машин (без ефективного охолодження компресора) для місцевих автономних кондиціонерів, докладно описаний у роботах [4, 5, 8]. У цій методиці використана схема холодильної машини, яка наведена на рис.1, *а*, і відповідно побудова процесів її роботи на *p, i*-діаграмі – на рис.1, *б* та холодильний агент хладон-22 (R22) [7].

Мета роботи – встановлення універсальної залежності ексергетичного ККД split-кондиціонера від різних факторів, які впливають на його роботу. Для цього потрібно виявити:

– ексергетичний ККД split-кондиціонера “Sanyo” холодопродуктивністю 2020 Вт за різних факторів, які впливають на його роботу [4, 6];

– аналітичну залежність між ексергетичним ККД split-кондиціонера і різними факторами, які впливають на його роботу.

Це і було завданням наших досліджень.

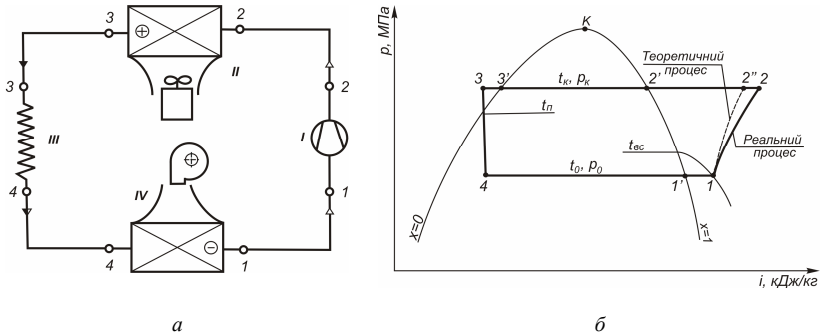


Рис.1 – Схема холодильної машини (а) та побудова процесів роботи на р,і-діаграмі (б):
I – компресор; II – конденсатор; III – капілярна трубка (дрозель); IV – випарник.

Ексергетичний аналіз проводили для split-кондиціонера „Sanyo” з найвищим ексергетичним коефіцієнтом корисної дії, який був визначений за стандартних температурних умов (стандартна холодопродуктивність $Q_{x\text{ ст}}=2020$ Вт; стандартна споживана потужність $N_{\text{сп ст}}=610$ Вт; стандартне випадання конденсату на випарнику $W_{\text{конд ст}}=0,9$ л/год) [8, 9].

Для встановлення універсальної залежності ексергетичного ККД від різних факторів, які впливають на його роботу, прийняли такі вихідні дані:

- температуру навколишнього середовища (зовнішнього повітря) $t_{H_1} = 22...40^\circ\text{C}$ (для стандартного процесу приймали $t_{H_1} = 35^\circ\text{C}$);
- температуру внутрішнього (рециркуляційного) повітря відповідно до температури навколишнього середовища $t_{C_1} = 20...29^\circ\text{C}$ (для стандартного процесу приймали $t_{C_1} = 27^\circ\text{C}$);
- витрату повітря у випарнику $L_{\text{вип}} = 300...1000$ м³/год (для стандартного процесу приймали $L_{\text{вип}} = 450$ м³/год);

- витрату повітря у конденсаторі $L_k = 500 \dots 7000 \text{ м}^3/\text{год}$ (для стандартного процесу приймали $L_k = 1360 \text{ м}^3/\text{год}$);
- кінцеву різницю температур у випарнику (внутрішнього повітря на виході з випарника і киплячого холодильного агента) $\Delta t_{\text{вип}} = 2 \dots 4^\circ\text{C}$ (для стандартного процесу приймали $\Delta t_{\text{вип}} = 2,8^\circ\text{C}$);
- кінцеву різницю температур у конденсаторі (холодильного агента, який конденсується, і зовнішнього повітря на виході з конденсатора) $\Delta t_k = 3 \dots 5^\circ\text{C}$ (для стандартного процесу приймали $\Delta t_k = 4,2^\circ\text{C}$);
- різницю температур перегрівання у випарнику $\Delta t_{\text{перегр}} = 5 \dots 15^\circ\text{C}$ (для стандартного процесу приймали $\Delta t_{\text{перегр}} = 10^\circ\text{C}$);
- різницю температур переохолодження у конденсаторі $\Delta t_{\text{переох}} = 3 \dots 5^\circ\text{C}$ (для стандартного процесу приймали $\Delta t_{\text{переох}} = 5^\circ\text{C}$);
- адіабатичний (індикаторний) ККД компресора $\eta_i = 0,7 \dots 0,9$ (для стандартного процесу приймали $\eta_i = 0,8$);
- електромеханічний ККД компресора $\eta_{\text{ем}} = 0,75 \dots 0,95$ (для стандартного процесу приймали $\eta_{\text{ем}} = 0,9$).

Послідовно було отримано залежності для ексергетичного ККД досліджуваного split-кондиціонера від вказаних факторів, які впливають на його роботу [4, 6]:

$$\eta_e = 0,034 + 0,006t_{H_1}, \quad (1)$$

$$\eta_e = 0,329 - 6,6L_{\text{вип}}^{-1} - 87L_k^{-1} + 7150L_{\text{вип}}^{-1} \cdot L_k^{-1}, \quad (2)$$

$$\eta_e = 0,32 - 0,01\Delta t_{\text{вип}} - 0,01\Delta t_k, \quad (3)$$

$$\eta_e = 0,2353 + 0,0003\Delta t_{\text{перегр}} + 0,0023\Delta t_{\text{переох}}, \quad (4)$$

$$\eta_e = 0,245 + 0,31\eta_i + 0,2733\eta_{\text{ем}} \quad (5)$$

і остаточно – універсальна залежність для визначення ексергетичного ККД:

$$\begin{aligned} \eta_e = & 0,006t_{H_1} - 6,6L_{\text{вип}}^{-1} - 87L_k^{-1} + 7150L_{\text{вип}}^{-1} \cdot L_k^{-1} - \\ & - 0,01\Delta t_{\text{вип}} - 0,01\Delta t_k + 0,0003\Delta t_{\text{перегр}} + 0,0023\Delta t_{\text{переох}} + \\ & + 0,31\eta_i + 0,2733\eta_{\text{ем}} - 0,3325. \end{aligned} \quad (6)$$

Результати розрахунку ексергетичного ККД за універсальною формулою (6) $\eta_{\text{ерозр}}$ і фактичного $\eta_{\text{е}}$ та відносна похибка Δ наведено в таблиці (курсивом відзначені технічні характеристики кондиціонера за стандартного процесу, **жирно** – для запропонованого).

Результати розрахунку ексергетичного ККД split-кондиціонера “Sanyo” холодопродуктивністю 2020 Вт залежно від різних факторів, які впливають на його роботу

$t_{\text{н1}}$, °C	$L_{\text{вип}}$, М³/год	$L_{\text{к}}$, М³/год	$\Delta t_{\text{вип}}$, °C	$\Delta t_{\text{к}}$, °C	$\Delta t_{\text{перепр}}$, °C	$\Delta t_{\text{переох}}$, °C	$\eta_{\text{і}}$	$\eta_{\text{ем}}$	$\eta_{\text{е розр}}$	$\eta_{\text{е}}$	Δ , %
35	450	1360	2,8	4,2	10	5	0,8	0,9	0,249	0,249	0
22	450	1360	2,8	4,2	10	5	0,8	0,9	0,171	0,166	3,0
40	450	1360	2,8	4,2	10	5	0,8	0,9	0,279	0,274	1,8
35	300	1360	2,8	4,2	10	5	0,8	0,9	0,248	0,250	0,8
35	1000	1360	2,8	4,2	10	5	0,8	0,9	0,251	0,246	2,0
35	450	500	2,8	4,2	10	5	0,8	0,9	0,159	0,174	8,6
35	450	7000	2,8	4,2	10	5	0,8	0,9	0,291	0,303	4,0
35	450	1360	2,0	4,2	10	5	0,8	0,9	0,257	0,258	0,4
35	450	1360	4,0	4,2	10	5	0,8	0,9	0,237	0,238	0,4
35	450	1360	2,8	3,0	10	5	0,8	0,9	0,261	0,262	0,4
35	450	1360	2,8	5,0	10	5	0,8	0,9	0,241	0,242	0,4
35	450	1360	2,8	4,2	5	5	0,8	0,9	0,248	0,248	0
35	450	1360	2,8	4,2	15	5	0,8	0,9	0,251	0,251	0
35	450	1360	2,8	4,2	10	3	0,8	0,9	0,244	0,245	0,4
35	450	1360	2,8	4,2	10	5	0,7	0,9	0,218	0,218	0
35	450	1360	2,8	4,2	10	5	0,9	0,9	0,280	0,280	0
35	450	1360	2,8	4,2	10	5	0,8	0,75	0,208	0,208	0
35	450	1360	2,8	4,2	10	5	0,8	0,95	0,263	0,263	0
35	300	3000	2,0	3,0	15	5	0,9	0,95	0,339	0,361	6,1

Аналізуючи отриману універсальну залежність (6) і дані в таблиці, можна зробити висновок, що найбільший вплив на ексергетичний ККД холодильної машини split-кондиціонера $\eta_{\text{е}}$ має витрата повітря у її конденсаторі $L_{\text{к}}$, а найменший – різниця температур перегрівання у її випарнику $\Delta t_{\text{перепр}}$. Універсальна залежність між ексергетичним ККД split-кондиціонера і різними факторами (6) дає можливість встановити його швидко і коректно з максимальною похибкою до 8,6%. Запропонований процес використання холодильної машини split-кондиціонера є досить енергоощадним, тому що приводить до зростання її ексергетичного ККД на $(0,361 - 0,249) \cdot 100 / 0,249 = 45\%$.

1.Соколов Е.Я., Бродянский В.М. Энергетические основы трансформации тепла и процессов охлаждения. – 2-е изд. – М.: Энергоиздат, 1981. – 320 с.

2. Шаргут Я., Петела Р. Эксергия: Пер. с польск.; Под ред. В.М.Бродянского. – М.: Энергия, 1968. – 280 с.

3. Бродянский В.М., Верхивкер Г.П., Карчев Я.Я. и др. Эксергетические расчеты технических систем / Под ред. А.А.Долинского, В.М.Бродянского. – К.: Наук. думка, 1991. – 360 с.

4. Лабай В.Й. Залежність ексергетичного ККД split-кондиціонерів від їх продуктивності за повітрям на випарнику і конденсаторі // Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання: Наук.-техн. зб. Вип.10. – К.: КНУБА, 2006. – С.80-88.

5. Лабай В.Й., Омельчук О.В. Залежність температурного режиму split-кондиціонерів від їх продуктивності за повітрям на випарнику і конденсаторі // Теплоенергетика. Інженерія довілля. Автоматизація: Вісник НУ „Львівська політехніка”. Вип.561. – Львів, 2006. – С.20-25.

6. Лабай В.Й. Вплив температури зовнішнього повітря на технічні характеристики та ексергетичний ККД split-кондиціонерів // Теорія і практика будівництва: Вісник НУ „Львівська політехніка”. Вип. 600. – Львів, 2007. – С.208–212.

7. Богданов С.Н., Иванов О.П., Куприянова А.В. Холодильная техника. Свойства веществ. – 3-е изд. – М.: Агропромиздат, 1985. – 208 с.

8. Лабай В.Й., Омельчук О.В., Ярослав В.Ю. Ексергетична оцінка роботи місцевих автономних кондиціонерів „Sanyo” // Теорія і практика будівництва: Вісник НУ „Львівська політехніка”. Вип. 545. – Львів, 2005. – С.108-113.

9. Sanyo, Technical data, W-Eoo Multi. G0900.

Отримано 04.09.2008

УДК 697

О.С.ПРАНЦУЗ, канд. техн. наук

Харьковская национальная академия городского хозяйства

Л.Я.БАЛАНДИНА, канд. техн. наук

НИЛПА «Арктос», г. Санкт-Петербург (Российская Федерация)

ЭФФЕКТИВНЫЕ ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛИ ПОСЛЕДНЕГО ПОКОЛЕНИЯ ДЛЯ ПОДАЧИ ВОЗДУХА В РАБОЧУЮ ЗОНУ БЫСТРОЗАТУХАЮЩИМИ СТРУЯМИ И НИЗКОСКОРОСТНЫМИ ПОТОКАМИ

Рассматриваются результаты исследований работы низкоскоростных воздухоораспределителей, предназначенных для подачи чистого воздуха непосредственно в рабочую зону помещения.

В настоящее время за рубежом находят широкое применение низкоскоростные воздухоораспределители, в основе работы которых лежит создание воздушных потоков, которые двигаются равномерно, вытесняют «отработанный» воздух из рабочей зоны вверх помещения [1, 2]. Кроме функционального назначения подобные воздухоораспределители помогают эстетично оформлять интерьер помещений. На Украине и в странах ближнего зарубежья воздухоораспределители, обеспечивающие подачу воздуха в нижнюю зону административных, бытовых помещений, до настоящего времени практически не приме-