

ЗАЛЕЖНІСТЬ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ SPLIT-КОНДИЦІОНЕРІВ ВІД ТЕМПЕРАТУРИ ЗОВНІШНЬОГО ПОВІТРЯ

© Лабай В.Й., 2007

Використано ексергетичний метод аналізу роботи одноступеневих хладонових холодильних машин місцевих автономних кондиціонерів. Встановлено залежність температур випаровування і конденсації split-кондиціонера фірми “Sanyo” холодопродуктивністю 2020 Вт від температури зовнішнього повітря.

In this article it was used the method of the exergetic analysis of one-step freon cooling engines of the local autonomous air conditioners. It was defined the dependence of temperatures in the evaporator and the condenser for the “split” air conditioner of firm “Sanyo” with cooling capacity 2020 W from the out of doors temperature.

Постановка проблеми. Усі енергетичні процеси, зокрема холодильні, які реалізують у місцевих автономних кондиціонерах, відбуваються незворотно, що є причиною зменшення досконалості процесу. Це зменшення відбувається не через втрати енергії; воно пов’язане зі зменшенням її якості. У незворотних процесах енергія не зникає, а розсіюється. З цього випливає, що кожне незворотне явище – це причина безповоротної втрати ексергії. Отже, для визначення максимальної ефективності роботи холодильної машини загалом, а також її окремих конструктивних елементів найзручніше використовувати загальний термодинамічний метод аналізу – *ексергетичний* [1, 2, 3].

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

Аналіз останніх досліджень. Місцеві автономні кондиціонери, які використовують для створення відповідного мікроклімату у невеликих приміщеннях, досягли певного технічного вдосконалення. Для подальшого підвищення ефективності роботи цих кондиціонерів потрібний детальний аналіз їхнього функціонування за допомогою сучасного *ексергетичного* методу термодинамічного аналізу [1, 2, 3].

Для цього автором розроблений ексергетичний метод аналізу роботи одноступеневих хладонових холодильних машин (*без ефективного охолодження компресора*) місцевих автономних кондиціонерів, докладно описаний у [4, 5, 7]. У цій методиці використано схему холодильної машини, показану на рис. 1, а, і відповідно побудову процесів її роботи на *p,i*-діаграмі (рис. 1, б) та холодильний агент хладон-22 (R22) [6].

Завдання досліджень. Мета роботи – визначення залежності температур випаровування і конденсації split-кондиціонера від температури зовнішнього повітря. Для цього потрібно встановити:

- температуру випаровування і конденсації та ексергетичний ККД split-кондиціонера “Sanyo” холодопродуктивністю 2020 Вт за різних робочих зовнішніх температурних умов випробування;
- аналітичну залежність між температурами випаровування і конденсації split-кондиціонера “Sanyo” і температурою зовнішнього повітря.

Це і було завданням досліджень.

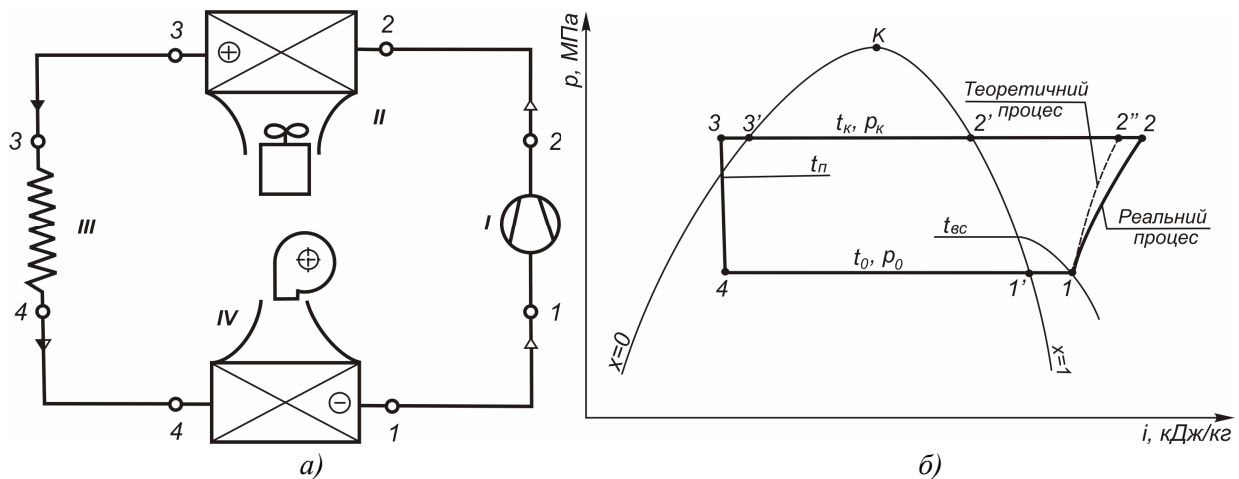


Рис. 1. Схема холодильної машини (а)
та побудова процесів роботи на p, i -діаграмі (б):
I – компресор; II – конденсатор; III – капілярна трубка (дрозель); IV – випарник

Викладення основного матеріалу. Ексергетичний аналіз проводили для split-кондиціонера “Sanyo” з найвищим ексергетичним коефіцієнтом корисної дії, який був визначений за стандартних температурних умов ($Q_{x\text{ ст}} = 2020$ Вт) [7, 9]. Для визначення робочих температурних умов роботи кондиціонера цей ексергетичний аналіз проводили в робочому режимі, тобто за температурних умов, відмінних від стандартних. Витрати повітря на випарнику ($450 \text{ м}^3/\text{год}$) і конденсаторі ($1360 \text{ м}^3/\text{год}$) під час цього зберігали сталими.

Для проведення розрахунку прийняли такі вихідні дані:

- температуру навколишнього середовища $t_{H1} = 22 \dots 40 \text{ }^\circ\text{C}$;
- температуру внутрішнього (рециркуляційного) повітря $t_{C1} = 20 \dots 29 \text{ }^\circ\text{C}$.

Температуру повітря в кондиціонованому приміщенні знаходили залежно від температури навколишнього повітря за формулою

$$t_{C1} = \begin{cases} \text{за } t_{H1} = 22 \dots 30 \text{ }^\circ\text{C}: t_{C1} = 20 + 0,63 \cdot (t_{H1} - 22), \text{ }^\circ\text{C}; \\ \text{за } t_{H1} > 30 \text{ }^\circ\text{C}: t_{C1} = 25 + 0,4 \cdot (t_{H1} - 30), \text{ }^\circ\text{C}. \end{cases} \quad (1)$$

Робочі холодопродуктивність, споживану потужність та кількість конденсату визначали за такими формулами [8]:

$$Q_{x\text{ роб}} = Q_{x\text{ ст}} \cdot [1 + (t_{C1} - 27) \cdot 0,035 + (35 - t_{H1}) \cdot 0,02], \text{ Вт}; \quad (2)$$

$$N_{\text{сп роб}} = N_{\text{сп ст}} \cdot [1 + (t_{C1} - 27) \cdot 0,035 + (35 - t_{H1}) \cdot 0,02], \text{ Вт}; \quad (3)$$

$$W_{\text{конд роб}} = W_{\text{конд ст}} \cdot [1 + (27 - t_{C1}) \cdot 0,035], \text{ л/год}. \quad (4)$$

Отримані під час проведення аналізу результати наведені в таблиці (жирно позначені технічні характеристики кондиціонера за стандартних температурних умов) та зображені графічно на рис. 2 та 3.

Результати розрахунку температур випаровування і конденсації та ексергетичного ККД split-кондиціонера “Sanyo” холодопродуктивністю 2020 Вт залежно від температури зовнішнього повітря

t_{H1} , °C	t_{C1} , °C	$Q_{x\text{ роб}}$, Вт	$N_{\text{сп роб}}$, Вт	$W_{\text{конд роб}}$, л/ГОД	η_e	$t_0 = t_{\text{вип}}$, °C	t_k , °C
1	2	3	4	5	6	7	8
35	27	2020	610	0,90	0,249	15,0	45,0
22	20	2050	619	1,12	0,166	9,0	31,9
25	22	2071	625	1,06	0,185	10,6	35,0

1	2	3	4	5	6	7	8
28	24	2091	631	0,99	0,201	12,0	38,1
31	26	2111	637	0,93	0,214	13,6	41,2
34	27	2060	622	0,90	0,238	14,7	44,1
37	28	2010	607	0,87	0,258	15,9	47,0
40	29	1959	592	0,84	0,274	17,1	49,9

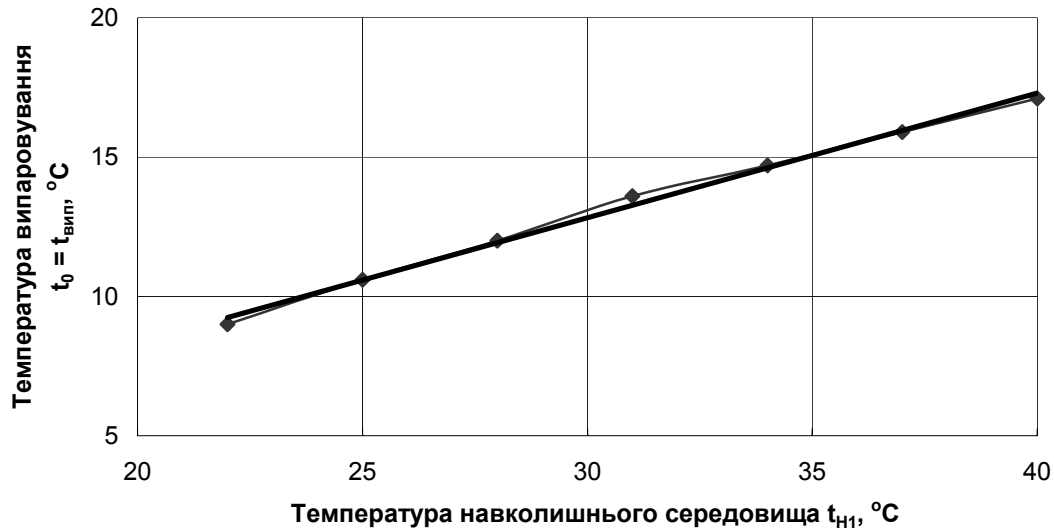


Рис. 2. Залежність температури випаровування split-кондиціонера "Sanyo" холодопродуктивністю 2020 Вт за стандартних умов залежно від температури зовнішнього повітря

Залежність температури випаровування кондиціонера від температури навколишнього середовища апроксимована формулою

$$t_0 = t_{вип} = 0,448 \cdot t_{H1} - 0,605, \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (5)$$

а залежність температури конденсації кондиціонера від температури навколишнього середовища – відповідно формулою:

$$t_k = t_{H1} + 10,0, \text{ } ^\circ\text{C}. \quad (6)$$

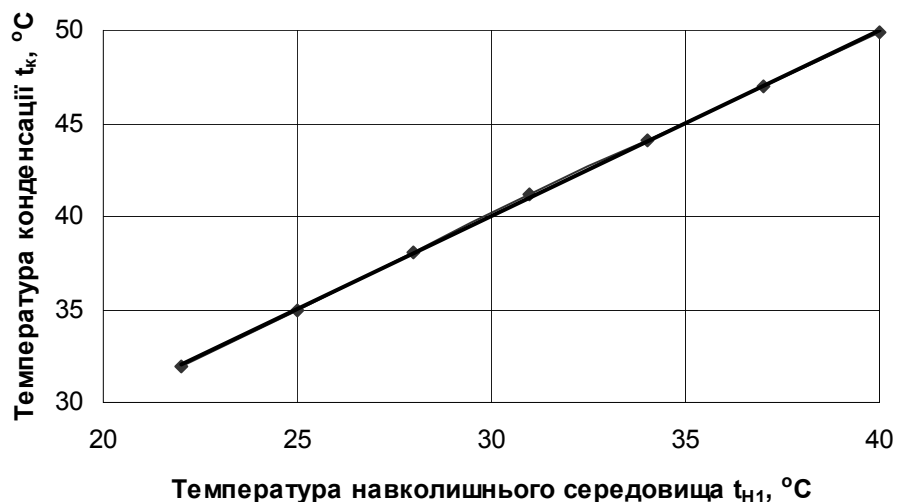


Рис. 3. Залежність температури конденсації split-кондиціонера „Sanyo” холодопродуктивністю 2020 Вт за стандартних умов залежно від температури зовнішнього повітря

Висновки. Аналізуючи отримані дані в таблиці та на рис. 2 і 3, можна дійти таких висновків. Зростання температури зовнішнього повітря на $(40 - 22) \cdot 100 / 22 = 82$ % призводить до зростання температури випаровування кондиціонера на $(17,1 - 9,0) \cdot 100 / 9,0 = 90$ %, а температури конденсації – на $(49,9 - 31,9) \cdot 100 / 31,9 = 56$ %. Разом з тим ексергетичний ККД зростає на $(0,274 - 0,166) \cdot 100 / 0,166 = 65$ % за незначного зменшення холодопродуктивності кондиціонера на $(2050 - 1959) \cdot 100 / 1959 = 4,6$ %. При цьому робоча холодопродуктивність зростає до 31 °С, а далі – зменшується, що є негативним.

1. Соколов Е.Я., Бродянский В.М. *Энергетические основы трансформации тепла и процессов охлаждения*. – М., 1981. 2. Шаргут Я., Петела Р. *Эксергия*. – М., 1968. 3. Бродянский В.М. *Эксергетический метод термодинамического анализа*. – М., 1973. 4. Лабай В.Й. Залежність ексергетичного ККД split-кондиціонерів від їх продуктивності за повітрям на випарнику і конденсаторі // *Науково-технічний збірник КНУБА “Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання”*. – Київ, 2006. Вип 10. – С. 80–88. 5. Лабай В.Й., Омельчук О.В. Залежність температурног режиму split-кондиціонерів від їх продуктивності за повітрям на випарнику і конденсаторі. // *Вісник НУ „Львівська політехніка”*. – 2006. – № 561. – С. 20–25. 6. Богданов С.Н., Иванов О.П., Куприянова А.В. *Холодильная техника. Свойства веществ: Справочник*. – М., 1985. 7. Лабай В.Й., Омельчук О.В., Ярослав В.Ю. *Эксергетична оцінка роботи місцевих автономних кондиціонерів “Sanyo”* // *Вісник НУ “Львівська політехніка”*. – 2005. – № 545. – С. 108–113. 8. Богословский В.Н., Кокорин О.Я., Петров Л.В. *Кондиционирование воздуха и холодоснабжение*. – М., 1985. 9. *Sanyo, Technical data, W-Eoo Multi. G0900*.

УДК 697.94.(075)

В.Й. Лабай, О.В. Омельчук

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра теплогазопостачання та вентиляції

ЕКСЕРГЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ МІСЦЕВИХ АВТОНОМНИХ КОНДИЦІОНЕРІВ “FUJI ELECTRIC”

© Лабай В.Й., Омельчук О.В., 2007

Описано ексергетичний метод аналізу роботи одноступеневих хладонових холодильних машин, які використовують в місцевих автономних кондиціонерах. Визначено ексергетичний ККД split-кондиціонерів фірми «FUJI ELECTRIC» для стандартних умов і показано його залежність від холодопродуктивності кондиціонера.

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 «FUJI ELECTRIC» for standart conditions and shown dependence of it from the air conditioner cooling capacity.

Постановка проблеми. 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 у цьому стані вимірюється кількістю перетворюваної енергії, яка може бути отримана від системи завдяки її зворотному переходу з цього стану в стан рівноваги з навколишнім середовищем.