

ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ ЗОВНІШНЬОГО ПОВІТРЯ НА ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА ЕКСЕРГЕТИЧНИЙ ККД SPLIT-КОНДИЦІОНЕРІВ

© Лабай В.Й., 2007

Використано ексергетичний метод аналізу роботи одноступеневих хладонових холодильних машин місцевих автономних кондиціонерів. Встановлено залежність технічних характеристик та ексергетичного ККД 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 technical characters and the exergetic output-input ratio for the “split” air conditioner of firm “Sanyo” with cooling capacity 2020 W from the out of doors temperature.

Постанова проблеми. Всі енергетичні процеси, зокрема холодильні, які реалізують у місцевих автономних кондиціонерах, проходять незворотно, що є причиною зменшення досконалості процесу. Це зменшення відбувається не через втрати енергії; воно пов'язане зі зниженням її якості. В 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* [1–3].

Ексергетичний аналіз дає змогу встановити максимальні термодинамічні можливості системи, визначити втрати ексергії в ній та обґрунтувати рекомендації з удосконалення окремих її елементів. А для цього треба досконало вивчити всі 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 [1–3].

Для цього автором розроблений ексергетичний метод аналізу роботи одноступеневих хладонових холодильних машин (*без ефективного охолодження компресора*) місцевих автономних кондиціонерів, докладно описаний у роботах [4, 5, 7]. 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) [6].

Завдання досліджень. Метою цієї роботи є визначення залежності технічних характеристик та ексергетичного ККД split-кондиціонера від температури зовнішнього повітря. Для цього потрібно встановити:

- робочі холодопродуктивність, споживану потужність, кількість конденсату та ексергетичний ККД split-кондиціонера “Sanyo” холодопродуктивністю 2020 Вт за різних робочих зовнішніх температурних умов випробування;

- аналітичну залежність між робочими холодопродуктивністю, споживаною потужністю, кількістю конденсату та ексергетичним ККД split-кондиціонера “Sanyo” і температурою зовнішнього повітря.

Це і було завданням досліджень.

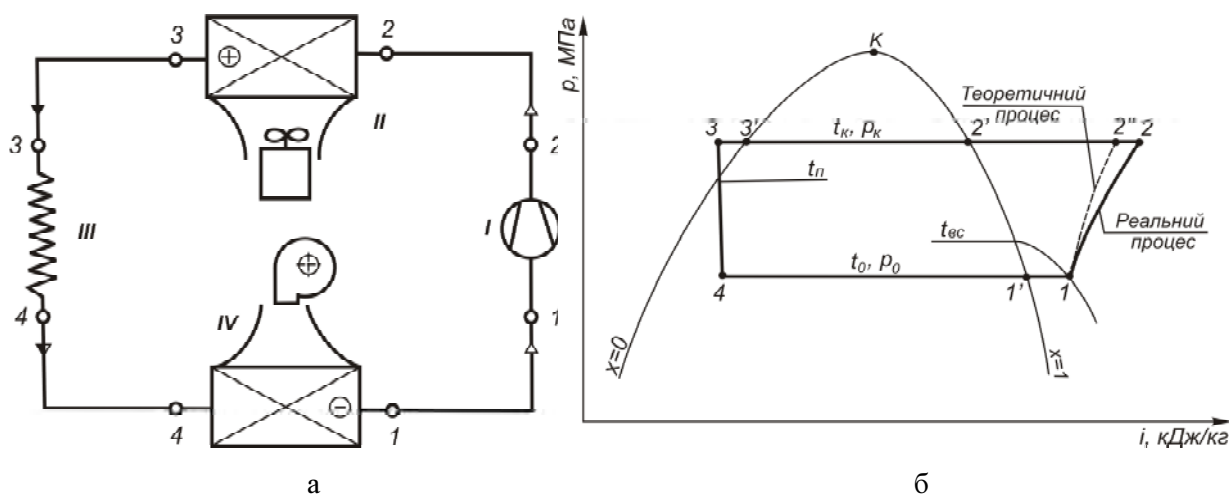


Рис. 1. Схема холодильної машини (а) та побудова процесів роботи на p, i -діаграмі (б):
 I – компресор; II – конденсатор; III – капілярна трубка (дросель); IV – випарник

Викладення основного матеріалу. Ексергетичний аналіз виконували 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 технічних характеристик та ексергетичного ККД роботи кондиціонера цей ексергетичний аналіз здійснювали у 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 розрахунку прийняли такі вихідні дані:

- температуру навколишнього середовища $t_{H1} = 22...40$ °С;
- температуру внутрішнього (рециркуляційного) повітря $t_{C1} = 20...29$ °С.

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

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

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

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

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

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

Отримані під час аналізу результати наведено в таблиці (виділено технічні характеристики кондиціонера за стандартних температурних умов) та зображено графічно на рис. 2, 3, 4 та 5.

**Результати розрахунку технічних характеристик 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
35	27	2020	610	0,90	0,249
22	20	2050	619	1,12	0,166
25	22	2071	625	1,06	0,185
28	24	2091	631	0,99	0,201
31	26	2111	637	0,93	0,214
34	27	2060	622	0,90	0,238
37	28	2010	607	0,87	0,258
40	29	1959	592	0,84	0,274

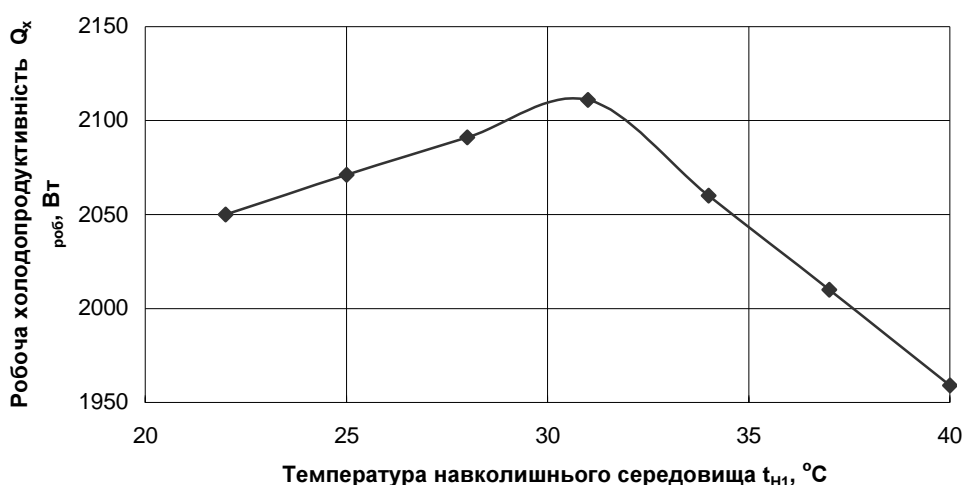


Рис. 2. Робоча холодопродуктивність split-кондиціонера “Sanyo” холодопродуктивністю 2020 Вт за стандартних умов залежно від температури зовнішнього повітря

Залежність робочих холодопродуктивності, споживаної потужності та кількості конденсату кондиціонера від температури навколишнього середовища апроксимовані формулами:

– для $t_{H1} = 22...31$ °C

$$Q_{x \text{ роб}} = 1900 + 6,83 \cdot t_{H1}, \text{ Вт}, \quad (5)$$

$$N_{\text{сп роб}} = 575 + 2 \cdot t_{H1}, \text{ Вт}, \quad (6)$$

$$W_{\text{конд роб}} = 1,6 - 0,022 \cdot t_{H1}, \text{ л/год}, \quad (7)$$

– для $t_{H1} = 31...40$ °C

$$Q_{x \text{ роб}} = 2632 - 16,8 \cdot t_{H1}, \text{ Вт}, \quad (8)$$

$$N_{\text{сп роб}} = 792 - 5 \cdot t_{H1}, \text{ Вт}, \quad (9)$$

$$W_{\text{конд роб}} = 1,24 - 0,01 \cdot t_{H1}, \text{ л/год}, \quad (10)$$

а залежність ексергетичного ККД кондиціонера від температури навколишнього середовища – відповідно формулою:

– для $t_{H1} = 22...40$ °C

$$\eta_e = 0,034 - 0,006 \cdot t_{H1}. \quad (11)$$

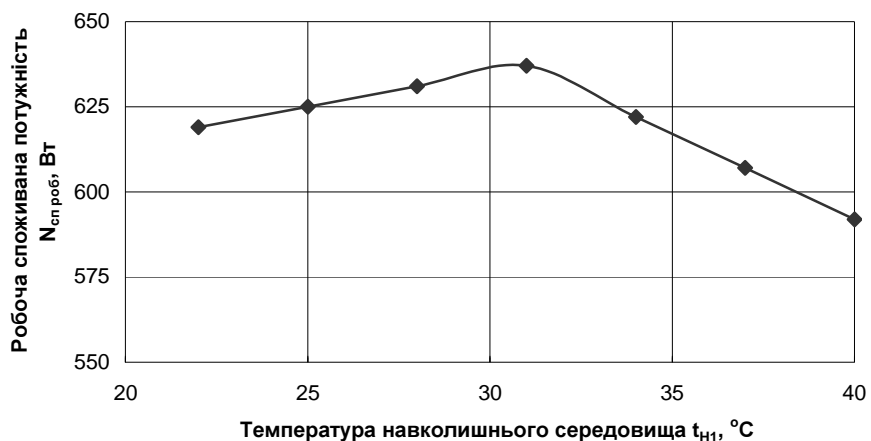


Рис. 3. Робоча споживана потужність split-кондиціонера “Sanyo” холодопродуктивністю 2020 Вт за стандартних умов залежно від температури зовнішнього повітря

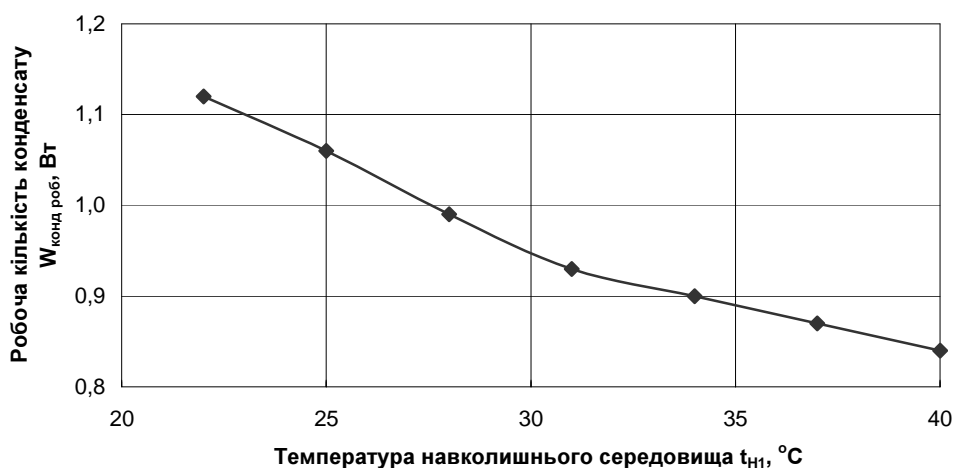


Рис. 4. Робоча кількість конденсату, яка випадає у випарнику split-кондиціонера “Sanyo” холодопродуктивністю 2020 Вт за стандартних умов, залежно від температури зовнішнього повітря

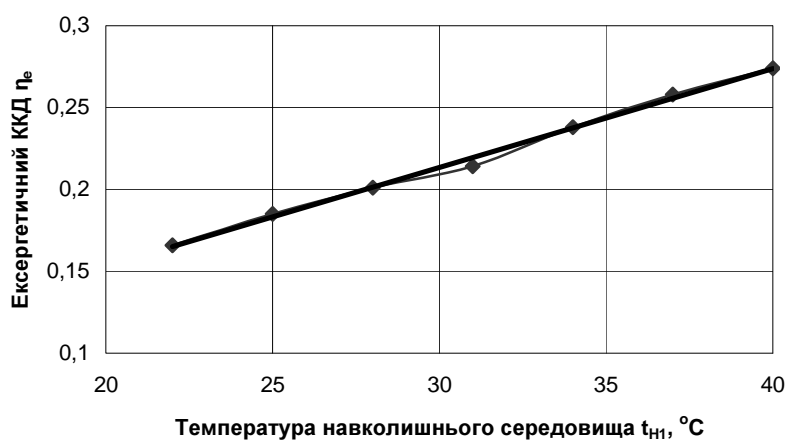


Рис. 5. Ексергетичний коефіцієнт корисної дії split-кондиціонера “Sanyo” холодопродуктивністю 2020 Вт за стандартних умов залежно від температури зовнішнього повітря

Висновки. Аналізуючи отримані дані в таблиці та на рис. 2, 3, 4 і 5, можна прийти до таких висновків. Зростання температури зовнішнього повітря від 22 до 31 °С приводить до зростання робочої холодопродуктивності кондиціонера на $(2111 - 2050) \cdot 100 / 2050 = 3,0 \%$, робочої споживаної потужності – на $(637 - 619) \cdot 100 / 619 = 2,9 \%$, а робочої кількості конденсату до зменшення на $(1,12 - 0,93) \cdot 100 / 1,12 = 17 \%$. Подальше зростання температури зовнішнього повітря від 31 до 40 °С призводить до зменшення робочої холодопродуктивності кондиціонера на $(2111 - 1959) \cdot 100 / 1959 = 7,8 \%$, робочої споживаної потужності – на $(637 - 592) \cdot 100 / 592 = 7,6 \%$, а робочої кількості конденсату – на $(0,93 - 0,84) \cdot 100 / 0,93 = 9,7 \%$. Варто зауважити, що в обох випадках зберігається сталим співвідношення між холодопродуктивністю і споживаною потужністю $E.E.R. = 3,31$. Разом з тим за зростання температури зовнішнього повітря від 22 до 40 °С ексергетичний ККД зростає на $(0,274 - 0,166) \cdot 100 / 0,166 = 65 \%$ за незначного зменшення холодопродуктивності кондиціонера на $(2050 - 1959) \cdot 100 / 1959 = 4,6 \%$.

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 // Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання: Наук.-техн. зб. КНУБА.* – К., 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. // Вісн. Нац. ун-ту “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” // Вісн. Нац. ун-ту “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.*