

10. Патент 262955 ЧСФР. МКИ В04 Д49/00. Sebor Vaclav. – Заявлено 29.04.87; опубл. 01.03.90.

11. Патент № 4971613 США, МКИ В01 Д45/00/ Vane extractor with extended drain/ Valiant Charter D/ Peerless Manufacturing Co. – Заявлено 19.07.89; Опубл. 20.11.90, НКИ 55/440.

УДК 697.94.(075)

Доц. В.Й. Лабай, канд. техн. наук –
НУ "Львівська політехніка"

ЗАЛЕЖНІСТЬ ВТРАТ ЕКСЕРГІЇ У ВИПАРНИКУ SPLIT-КОНДИЦІОНЕРІВ ВІД ТЕМПЕРАТУРИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Використано ексергетичний метод аналізу роботи одноступеневих хладонових холодильних машин місцевих автономних кондиціонерів. Встановлено залежність втрат ексергії у випарнику split-кондиціонера фірми "Sanyo" холодопродуктивністю 2020 Вт від температури навколишнього середовища.

Ключові слова: ексергія, баланс, кондиціонер, ефективність.

Assoc. prof. V.Yo. Labay – NU "L'vivs'ka Politehnika"

The dependence of losses of exergy in the evaporator of "split" air conditioners from the out of doors temperature

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 losses of exergy in the evaporator of "split" air conditioner of firm "Sanyo" with the cooling capacity 2020 W from the out of doors temperature.

Keywords: exergy, balance, air conditioner, efficiency.

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

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 треба досконало вивчити всі аспекти роботи холодильної машини місцевих автономних кондиціонерів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Найбільш детально ексергетичний метод аналізу одноступеневих холодильних машин наведено 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 висвітлено в [2, 3].

Тому автор розробив 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 використано схему холодильної машини, яку наведено на рис. 1, а, і відповідно побудова процесів її роботи на p, i -діаграмі – на рис. 1, б та холодильного агента хладон-22 (R22) [7].

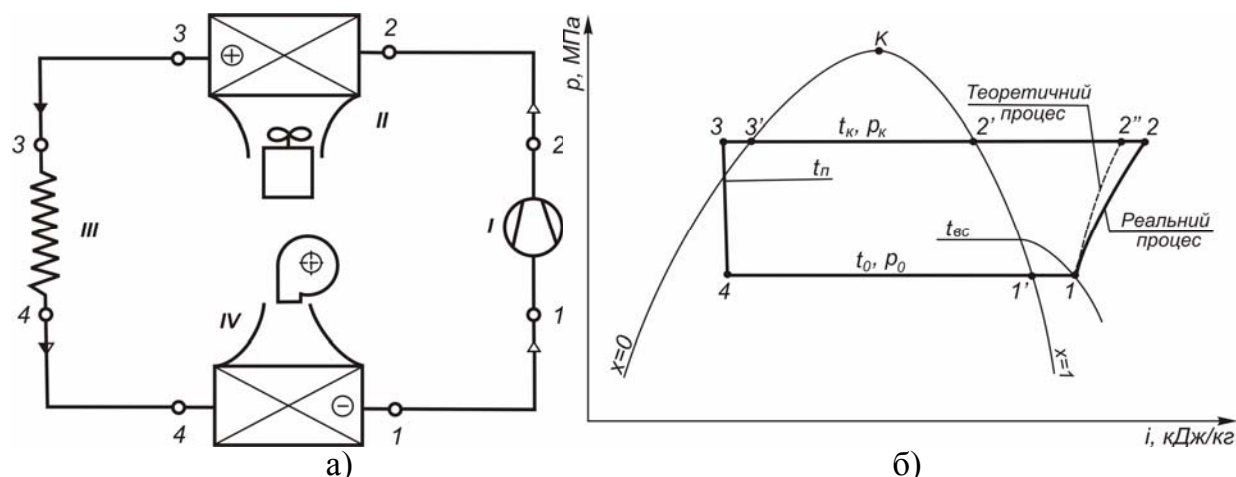


Рис. 1. Схема холодильної машини (а) та побудова процесів роботи на p, i -діаграмі (б): I – компресор; II – конденсатор; III – капілярна трубка; IV – випарник

Мета роботи – визначення залежності зростання ексергії у випарнику split-кондиціонера від температури навколишнього середовища. Для цього потрібно встановити:

- зростання ексергії у випарнику split-кондиціонера "Sanyo" холодопродуктивністю 2020 Вт за різних температур навколишнього середовища;
- аналітичну залежність між зростанням ексергії у випарнику split-кондиціонера і температурою навколишнього середовища.

Це і було завданням досліджень.

Виклад основного матеріалу. Ексергетичний аналіз проводили для split-кондиціонера "Sanyo" з найвищим ексергетичним коефіцієнтом корисної дії, який було визначено за стандартних температурних умов ($Q_{x\text{ ст}} = 2020$ Вт; $N_{\text{сп ст}} = 610$ Вт; $W_{\text{конд ст}} = 0,9$ л/год.) [8, 10]. Залежність зростання ексергії у випарнику кондиціонера від температури навколишнього середовища аналізували в робочому режимі, тобто за температурних умов, відмінних від стандартних. Витрати повітря на випарнику (450 м³/год.) і конденсаторі (1360 м³/год.) під час цього зберігали сталими. За результатами аналізу склали ексергетичний баланс холодильної машини кондиціонера [6].

Для проведення розрахунку приймали такі початкові дані:

- температуру навколишнього середовища $t_{H1} = t_{H,c} = 22 \dots 40^\circ\text{C}$ (для стандартного процесу приймали $t_{H1} = t_{H,c} = 37^\circ\text{C}$);
- температуру внутрішнього (рециркуляційного) повітря $t_{C1} = 20 \dots 29^\circ\text{C}$ (для стандартного процесу приймали $t_{C1} = 27^\circ\text{C}$).

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

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

Робочі холодопродуктивність та споживану потужність визначали за такими формулами [9]:

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

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

Отримані під час проведення аналізу результати наведено в табл. 1 (жирно відзначені технічні характеристики кондиціонера за стандартних температурних умов) та зображено графічно на рис. 2 та 3.

У таблиці $t_0 = t_{\text{вип}}$ – температура випаровування холодильного агента у випарнику холодильної машини кондиціонера; t_k – температура конденсації холодильного агента у конденсаторі холодильної машини кондиціонера; $d_{\text{вип}}$ – питома втрата ексергії у випарнику; $e_{\text{вх}} = l$ – потік вхідної ексергії, підведеної до електродвигуна компресора; $D_{\text{вип}}$ – втрати ексергії у випарнику у відсотках від потоку вхідної ексергії $e_{\text{вх}}$; η_e – ексергетичний ККД холодильної машини кондиціонера.

Табл. 1. Результати розрахунку втрат ексергії у випарнику та ексергетичного ККД split-кондиціонера "Sanuo" холодопродуктивністю 2020 Вт залежно від температури навколишнього середовища

$t_{H1} = t_{\text{н.с}}$ °C	t_{C1} , °C	$t_0 = t_{\text{вип}}$ °C	t_k , °C	$Q_{\text{х роб}}$, Вт	$N_{\text{сп роб}}$, Вт	$d_{\text{вип}}$, кДж/кг	$e_{\text{вх}}$, кДж/кг	$D_{\text{вип}}$, %	η_e
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
35	27	15,0	45,0	2020	610	3,37	28,8	11,7	0,249
22	20	9,0	31,9	2050	619	2,75	23,2	11,8	0,166
25	22	10,5	35,0	2071	625	2,94	24,5	12,0	0,185
28	24	12,1	38,1	2091	631	3,14	25,7	12,2	0,201
31	26	13,6	41,2	2111	637	3,34	26,9	12,4	0,214
34	27	14,7	44,1	2060	622	3,40	28,2	12,0	0,238
37	28	15,9	47,0	2010	607	3,46	29,6	11,7	0,258
40	29	17,0	49,9	1959	592	3,52	31,0	11,4	0,274

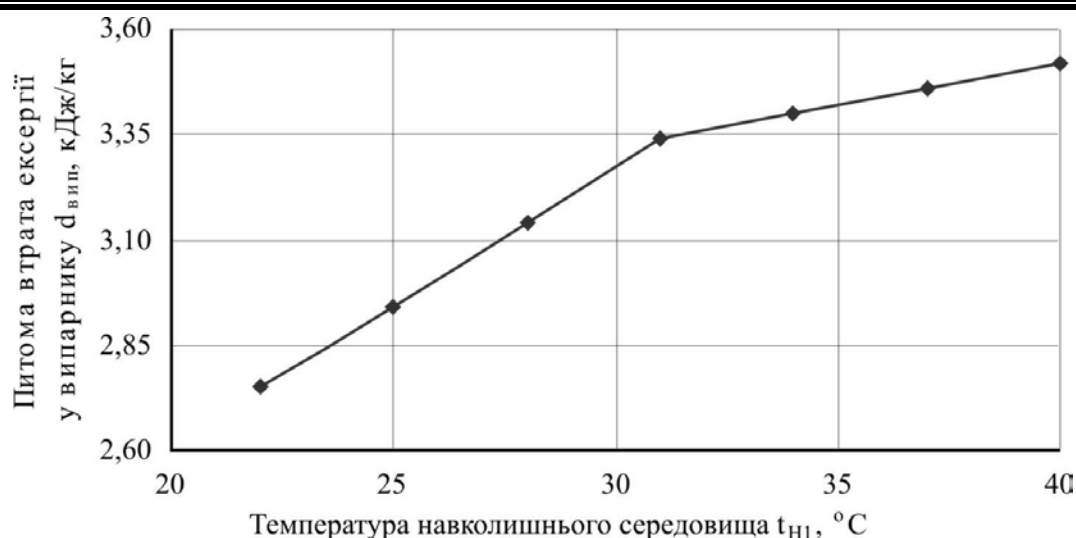


Рис. 2. Залежність питомої втрати ексергії у випарнику (кДж/кг) split-кондиціонера "Sanuo" холодопродуктивністю за стандартних температурних умов 2020 Вт від температури навколишнього середовища

Залежність питомої втрати ексергії у випарнику $d_{\text{вип}}$ (кДж/кг) кондиціонера від температури навколишнього середовища апроксимовані такими формулами:

$$d_{\text{вип}} = \begin{cases} 1,31 + 0,0656 \cdot t_{H1}, & \text{якщо } t_{H1} = t_{\text{н.с}} = 22 \dots 31^\circ\text{C}, \\ 2,72 + 0,02 \cdot t_{H1}, & \text{якщо } t_{H1} = t_{\text{н.с}} = 31 \dots 40^\circ\text{C}, \end{cases} \text{ кДж/кг}; \quad (4), (5)$$

а залежність втрати ексергії у випарнику $D_{\text{вип}}$ (%) кондиціонера від температури навколишнього середовища – відповідно формулами:

$$D_{\text{вип}} = \begin{cases} 10,33 + 0,0667 \cdot t_{H1}, & \text{якщо } t_{H1} = t_{\text{н.с}} = 22 \dots 31^\circ\text{C}, \\ 15,84 - 0,1111 \cdot t_{H1}, & \text{якщо } t_{H1} = t_{\text{н.с}} = 31 \dots 40^\circ\text{C}, \end{cases} \%, \quad (6), (7)$$

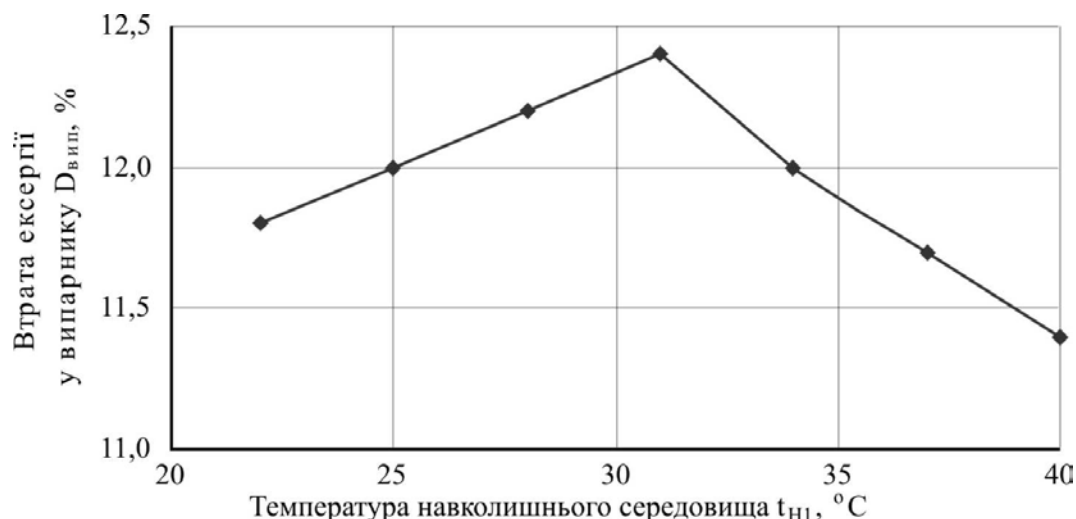


Рис. 3. Залежність втрати ексергії у випарнику (%) split-кондиціонера "Sanyo" холодопродуктивністю за стандартних температурних умов 2020 Вт від температури навколишнього середовища

Висновки

Аналізуючи отримані дані в табл. 1 та на рис. 2 і 3, можна дійти таких висновків. Зростання температури навколишнього середовища на $(40-22) \cdot 100 / 22 = 82\%$ призводить до зменшення втрат ексергії у випарнику $D_{\text{вип}}$ на $(11,8-11,4) \cdot 100 / 11,8 = 3,4\%$ за зростання питомої втрати ексергії у випарнику $d_{\text{вип}}$ на $(3,52-2,75) \cdot 100 / 2,75 = 28\%$ та потоку вхідної ексергії $e_{\text{вх}}$, підведеної до електродвигуна компресора, на $(31,0-23,2) \cdot 100 / 23,2 = 33,6\%$ за досить значного зростання ексергетичного ККД холодильної машини кондиціонера на $(0,274-0,166) \cdot 100 / 0,166 = 65\%$, що є позитивним. Отже, найдоцільніше та найекономічніше використання кондиціонера – за найвищої температури навколишнього середовища (у нашому випадку 40°C).

Література

1. Соколов Е.Я., Бродянский В.М. Энергетические основы трансформации тепла и процессов охлаждения: Учеб. пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. – М.: Энергоиздат, 1981. – 320 с.
2. Шаргут Я., Петела Р. Эксергия. Пер. с польского/ 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: Справ. пособие/ Под ред. Долинского А.А., Бродянского В.М. АН УССР. Ин-т технической теплофизики. – К.: Наук. думка, 1991. – 360 с.
4. Лабай В.Й. Залежність ексергетичного ККД split-кондиціонерів від їх продуктивності за повітрям на випарнику і конденсаторі// Наук.-технічн. зб. КНУБА: Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання. – К.: КНУБА. – 2006, вип. 10. – С. 80-88.
5. Лабай В.Й., Омельчук О.В. Залежність температурного режиму split-кондиціонерів від їх продуктивності за повітрям на випарнику і конденсаторі// Вісник НУ "Львівська полі-

техніка": Теплоенергетика. Інженерія довкілля. Автоматизація. – Львів: НУ "Львівська політехніка". – 2006, № 561. – С. 20-25.

6. Лабай В.Й. Вплив повітряних потоків у випарнику і конденсаторі на втрати ексергії у компресорі split-кондиціонерів// Наук. вісник НЛТУ України: Зб. наук.-техн. праць. – Львів: НЛТУ України. – 2007, вип. 17.4. – С. 249-254.

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

8. Лабай В.Й., Омельчук О.В., Ярослав В.Ю. Ексергетична оцінка роботи місцевих автономних кондиціонерів "Sanyo"// Вісник НУ "Львівська політехніка": Теорія і практика будівництва. – Львів: НУ "Львівська політехніка". – 2005, № 545. – С. 108-113.

9. Богословский В.Н., Кокорин О.Я., Петров Л.В. Кондиционирование воздуха и холодильное оборудование: Учебник для вузов. – М.: Стройиздат, 1985. – 367 с.

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

УДК 621.43

*Проф. Г.С. Гудз, д-р. техн. наук; доц. М.В. Глобчак,
канд. техн. наук; інж. О.Й. Коцюмбас – НУ "Львівська політехніка"*

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ДОЦІЛЬНІСТЬ РЕМОНТУ АВТОМОБІЛЬНИХ ГІЛЬЗ ЦИЛІНДРІВ

Наведено короткий опис використання методу ремонтних розмірів для ремонту циліндро-поршневої групи автомобільних двигунів при різних конструктивних виконаннях циліндрів. Економічно обґрунтовано переваги відновлення мокрих гільз із застосуванням ремонтних поршнів і поршневих кілець порівняно із заміною зношених деталей новими з номінальними розмірами.

Ключові слова: (сухі, мокрі) гільзи циліндрів; ремонт; відновлення; ремонтні розміри; ремонтні поршні (поршневі кільця).

*Prof. G.S. Gudz; assoc. prof. M.V. Globchak;
eng. O.Yo. Kotsymbas – NU "Lviv'ska Politekhnik"*

Technical and economical expedience of repair of motor-car shells of cylinders

The thumb-nail sketch of the used of method of repair sizes is resulted for repair of group of cylinder and piston of motor-car engines at different structural implementations of cylinders. Economical grounded advantages of renewal in wet cylinder liners with application of repair pistons and piston rings in comparing to replacement of threadbare details new with nominal sizes.

Keywords: (dry, wet) cylinder liners; repair; renewal; repair sizes; repair pistons (piston rings).

Постановка проблеми. Експлуатація автомобіля супроводжується неперервними процесами фізичного зношування пар тертя, в т.ч. деталей циліндро-поршневої групи (ЦПГ). Результатом зношування при експлуатації є зноси першого роду, які характеризуються зміною геометричних розмірів і форм робочих поверхонь гільз циліндрів внаслідок механічного (насамперед абразивного), молекулярно-механічного та корозійно-механічного зношувань. Тому проблема економічної оцінки доцільності відновлення гільз є актуальною в реаліях сьогодення з урахуванням зменшення витрат:

- на ремонт порівняно з витратами на виготовлення;
- матеріалів, в т.ч. тих витрат, що пов'язані з отриманням заготовок;
- на механічне оброблення зовнішніх поверхонь тощо.