

ВПЛИВ РІЗНИЦЬ ТЕМПЕРАТУР ПЕРЕГРІВАННЯ У ВИПАРНИКУ І ПЕРЕОХОЛОДЖЕННЯ У КОНДЕНСАТОРІ НА ЕКСЕРГЕТИЧНИЙ ККД SPLIT-КОНДИЦІОНЕРІВ

Постановка проблеми. Холодильні машини, які застосовують в місцевих автономних кондиціонерах, потребують для зменшення енергозатрат вдосконалення, яке можливе з використанням сучасного методу термодинаміки – *ексергетичного*. [1, 2, 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.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Найбільш детально ексергетичний метод аналізу одноступеневих холодильних машин наведений в [1], який не пристосований 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 автором розроблений ексергетичний метод аналізу роботи одноступеневих хладонових холодильних машин (*без ефективного охолодження компресора*) для 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].

Мета роботи – визначення залежності ексергетичного ККД split-кондиціонера від різниць температур перегрівання у випарнику і переохолодження у конденсаторі. Для цього потрібно встановити:

– ексергетичний ККД split-кондиціонера “Sanyo” холодопродуктивністю 2020 Вт за різних різниць температур перегрівання у випарнику і переохолодження у конденсаторі;

– аналітичну залежність між ексергетичним ККД split-кондиціонера і різницями температур перегрівання у випарнику і переохолодження у конденсаторі.

Це і було завданням досліджень.

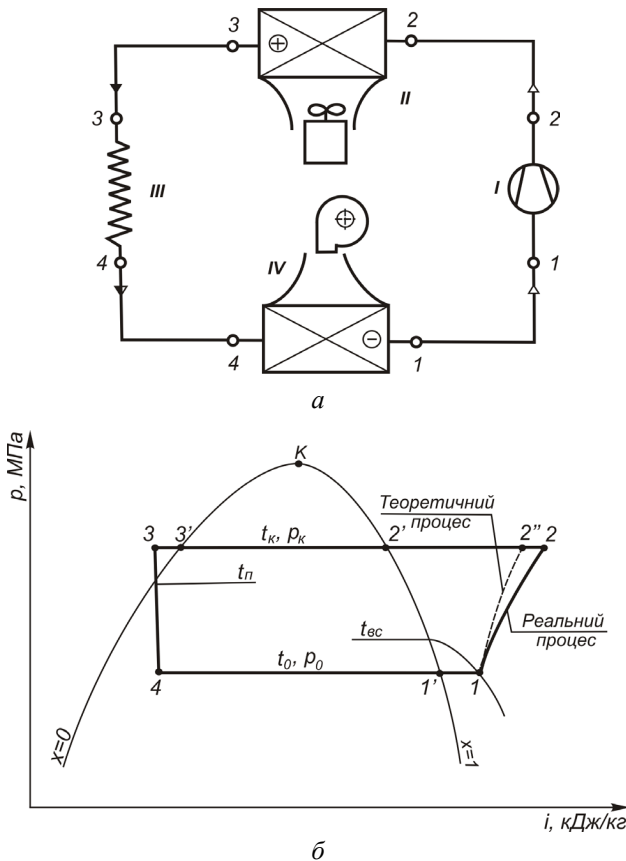


Рис. 1. Схема холодильної машини (а) та побудова процесів роботи на p,i -діаграмі (б):

I – компресор; *II* – конденсатор; *III* – капілярна трубка (дрозель); *IV* – випарник

Виклад 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; $N_{\text{сп ст}} = 610$ Вт; $W_{\text{конд ст}} = 0,9$ л/год) [7]. Залежність ексергетичного ККД від різниць температур перегрівання у випарнику і переохолодження у конденсаторі аналізували за стандартних температурних умов, тобто для стандартної температури навколишнього середовища $t_{H1} = 35^\circ\text{C}$ і внутрішнього (рециркуляційного) повітря

$t_{C1} = 27^{\circ}\text{C}$. 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:

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 $\Delta t_{\text{к}} = 5^{\circ}\text{C}$).

Отримані під час проведення аналізу результати наведені в табл. 1 (курсивом відзначені технічні характеристики кондиціонера за стандартних температурних умов, **жирно** – для запропонованих різниць температур перегрівання у випарнику і переохолодження у конденсаторі) та зображені графічно на рис. 2 та 3.

Таблиця 1

**Результати розрахунку ексергетичного ККД
split-кондиціонера “Сапуо” холодопродуктивністю 2020 Вт
залежно від різниць температур перегрівання у випарнику
і переохолодження у конденсаторі**

$\Delta t_{\text{перегр}},$ °C	$\Delta t_{\text{переох}},$ °C	$t_0 = t_{\text{вип}},$ °C	$t_{\text{к}},$ °C	$t_{\text{вс}},$ °C	$t_{\text{п}},$ °C	$e_{\text{вх}} = l,$ кДж/кг	$e_{\text{вих}},$ кДж/кг	η_e
1	2	3	4	5	6	7	8	9
5,0	5	15,0	45,0	20,0	40,0	28,2	7,00	0,248
7,5	5	15,0	45,0	22,5	40,0	28,5	7,09	0,249
10,0	5	15,0	45,0	25,0	40,0	28,8	7,17	0,249
12,5	5	15,0	45,0	27,5	40,0	29,0	7,26	0,250
15,0	5	15,0	45,0	30,0	40,0	29,3	7,34	0,251
10	3,0	15,0	45,0	25,0	42,0	28,8	7,06	0,245
10	3,5	15,0	45,0	25,0	41,5	28,8	7,09	0,246
10	4,0	15,0	45,0	25,0	41,0	28,8	7,11	0,247
10	4,5	15,0	45,0	25,0	40,5	28,8	7,14	0,248
10	5,0	15,0	45,0	25,0	40,0	28,8	7,17	0,249

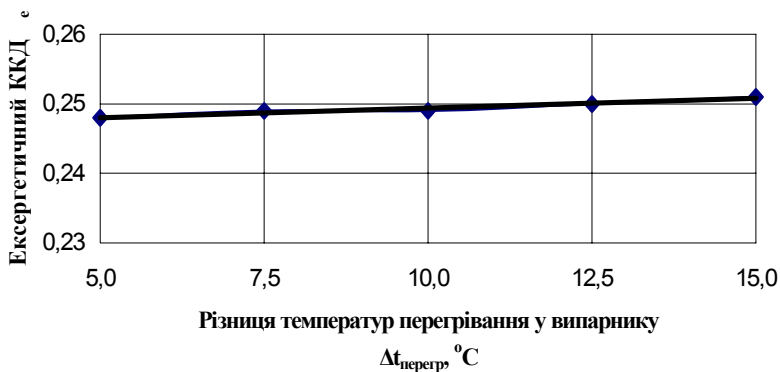


Рис. 2. Залежність ексергетичного ККД split-кондиціонера “Sanyo” холодопродуктивністю 2020 Вт за стандартних температурних умов від різниці температур перегрівання у випарнику

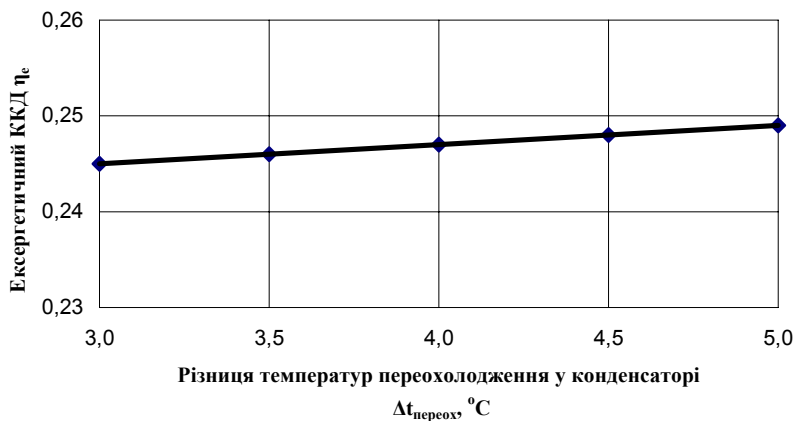


Рис. 3. Залежність ексергетичного ККД split-кондиціонера „Sanyo” холодопродуктивністю 2020 Вт за стандартних температурних умов від різниці температур переохолодження у конденсаторі

У табл. 1 $t_0 = t_{\text{вип}}$ – температура випаровування холодильного агента у випарнику холодильної машини кондиціонера; t_k – температура кон-

денсації холодильного агента у конденсаторі холодильної машини кондиціонера; $t_{\text{вс}}$ – температура перегрівання холодильного агента у випарнику (всмоктування у компресор); $t_{\text{п}}$ – температура переохолодження холодильного агента у конденсаторі; $e_{\text{вх}} = l$ – потік вхідної ексергії, підведеної до електродвигуна компресора; $e_{\text{вих}}$ – потік вихідної ексергії, відведеної від випарника у вигляді ексергетичної холодопродуктивності; η_e – ексергетичний ККД холодильної машини кондиціонера.

Залежність ексергетичного ККД кондиціонера від різниці температур перегрівання у випарнику апроксимована формулою:

$$\eta_e = 0,2465 + 0,0003 \cdot \Delta t_{\text{перегр}}, \quad (1)$$

залежність ексергетичного ККД кондиціонера від різниці температур переохолодження у конденсаторі – відповідно формулою:

$$\eta_e = 0,239 + 0,002 \cdot \Delta t_{\text{переох}} \quad (2)$$

та загальна залежність ексергетичного ККД кондиціонера від різниць температур перегрівання у випарнику і переохолодження у конденсаторі – відповідно формулою:

$$\eta_e = 0,2353 + 0,0003 \cdot \Delta t_{\text{перегр}} + 0,0023 \cdot \Delta t_{\text{переох}}. \quad (3)$$

Висновки. Аналізуючи отримані дані в табл. 1 та на рис. 2 і 3, можна прийти до таких висновків. Зростання різниці температур перегрівання у випарнику на $(15,0 - 5,0) \cdot 100/5,0 = 200\%$ призводить до зростання ексергетичного ККД кондиціонера на $(0,251 - 0,248) \cdot 100/0,248 = 1,2\%$, а зростання різниці температур переохолодження у конденсаторі на $(5,0 - 3,0) \cdot 100/3,0 = 67\%$ – до зростання ексергетичного ККД кондиціонера на $(0,249 - 0,245) \cdot 100/0,245 = 1,6\%$. Отже, найкраще застосовувати найвищі різниці температур перегрівання та переохолодження, тобто у випарнику 15°C , а у конденсаторі 5°C . Разом з тим видно, що вплив температури перегрівання у випарнику на ексергетичний ККД є достатньо незначним порівняно з впливом температури переохолодження у конденсаторі, а це свідчить про те, що значення температури перегрівання у випарнику за потреби може бути різним. Застосування запропонованої різниці температур перегрівання у випарнику 15°C замість стандартної 10°C , призведе до зростання ексергетичного ККД на $(0,251 - 0,249) \cdot 100/0,249 = 0,8\%$, що є достатньо незначним. При цьому потік вхідної ексергії, підведеної до електродвигуна компресора

зросте на $(29,3-28,8) \cdot 100/28,8 = 1,7\%$, що є негативним, а потік вихідної ексергії, відведеної від випарника у вигляді ексергетичної холодопродуктивності, зросте на $(7,34-7,17) \cdot 100/7,17 = 2,4\%$, що є позитивним.

Література

1. Соколов Е.Я., Бродянский В.М. Энергетические основы трансформации тепла и процессов охлаждения: – Учеб. пособие для вузов. 2-е изд. – М.: Энергоиздат, 1981. – 320 с.
2. Шаргут Я., Петела Р. Эксергия Перевод с польского под ред. В.М. Бродянского. – М.: Энергия, 1968. – 320 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. – Киев: Наук. думка, 1991. – 360 с.
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”, вип 10. – Київ, КНУБА, 2006, 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” № 561 “Теплоенергетика. Інженерія докiлля. Автоматизація”, 2006. – 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. Ексергетична оцінка роботи місцевих автономних кондиціонерів “Sanyo”. // Вісник НУ “Львівська політехніка” № 545 “Теорія і практика будівництва”, 2005. – С. 108–113.