

## ЗАЛЕЖНІСТЬ ТИСКІВ ВИПАРОВУВАННЯ І КОНДЕНСАЦІЇ SPLIT-КОНДИЦІОНЕРІВ ВІД ПОВІТРЯНИХ ПОТОКІВ НА ВИПАРНИКУ І КОНДЕНСАТОРІ

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 з 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 роботах [4, 5]. У цій методиці використана схема холодильної машини наведена на рис. 1, а і відповідна побудова процесів її роботи на  $p,i$ -діаграмі – на рис. 1, б та холодильний агент хладон-22 (R22) [6].

Метою цієї роботи є визначення тисків випаровування і конденсації split-кондиціонера від його продуктивності за повітрям на випарнику і конденсаторі та встановлення оптимальних значень продуктивності split-кондиціонера за повітрям на випарнику і конденсаторі. Для цього потрібно встановити:

- тиски випаровування і конденсації та ексергетичний ККД split-кондиціонера “Sanyo” холодопродуктивністю 2020 Вт за стандартних температурних умов випробування залежно від витрати повітря на випарнику і конденсаторі;

- аналітичну залежність між тисками випаровування та конденсації split-кондиціонера “Sanyo” і відповідно витратою повітря на випарнику і конденсаторі;

- оптимальні витрати повітря на випарнику і конденсаторі кондиціонера.

Це і було завданням досліджень.

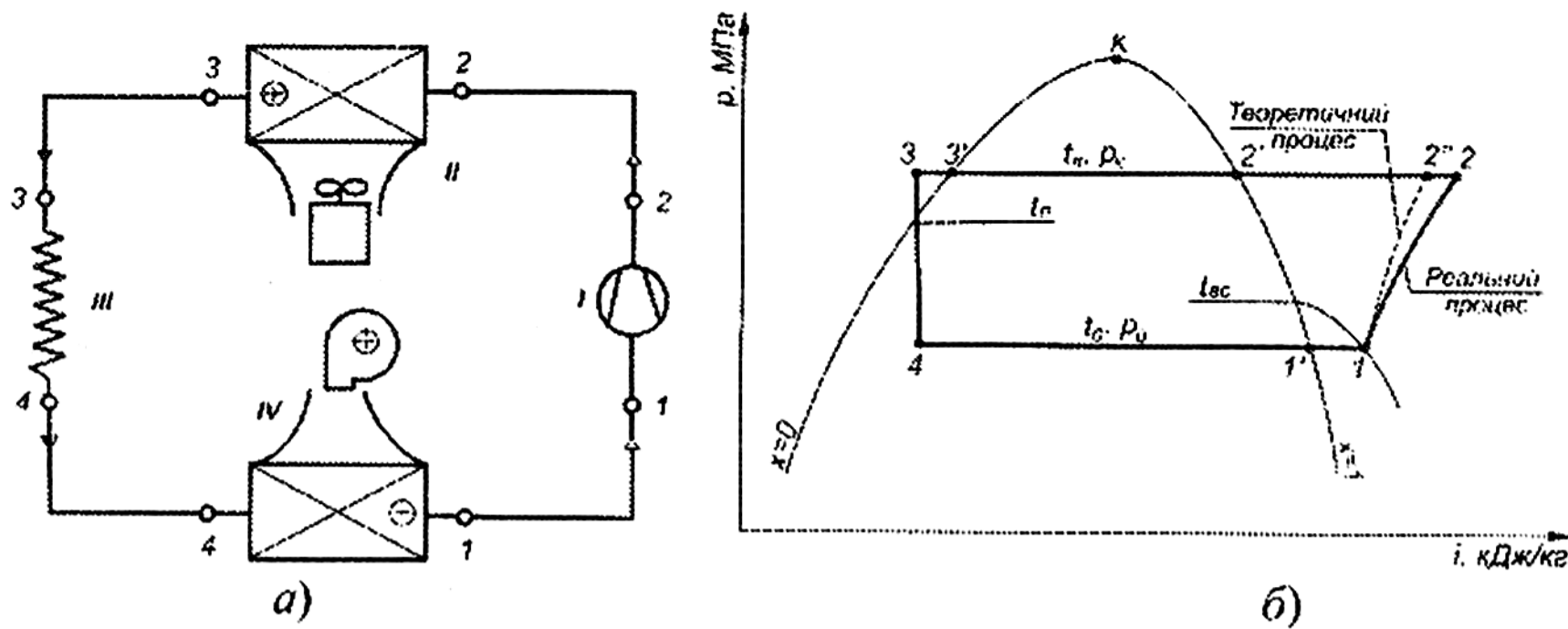


Рис. 1. Схема холодильної машини (а) та побудова процесів її роботи на  $p, i$ -діаграмі (б):

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

Результати розрахунку зводимо в табл. 1, а на рис. 2 і 3 наводимо залежність тисків випаровування та конденсації одноступеневої холодильної машини split-кондиціонера фірми “Sanyo” холодопродуктивністю 2020 Вт за стандартних температурних умов від відповідно витрати повітря на випарнику і конденсаторі.

Таблиця 1

Результати розрахунку ексергетичного ККД split-кондиціонера “Sanyo” холодопродуктивністю 2020 Вт за стандартних умов залежно від витрати повітря на випарнику і конденсаторі

$L_{\text{вип}},$ м <sup>3</sup> /год	$L_{\text{к}},$ м <sup>3</sup> /год	$t_{\text{с}2},$ °C	$t_{\text{н}2},$ °C	$t_0 = t_{\text{вип}},$ °C	$t_{\text{к}},$ °C	$p_0 = p_{\text{вип}},$ МПа	$p_{\text{к}},$ МПа	$\eta_e$
300	1360	13,2	40,8	10,4	45,0	0,69	1,74	0,250
400	1360	16,6	40,8	13,8	45,0	0,76	1,74	0,250
600	1360	20,1	40,8	17,3	45,0	0,84	1,74	0,248
800	1360	21,8	40,8	19,0	45,0	0,88	1,74	0,247
1000	1360	23,4	40,8	20,1	45,0	0,91	1,74	0,246
450	500	17,8	50,8	15,0	55,0	0,79	2,14	0,174
450	1000	17,8	42,9	15,0	47,1	0,79	1,83	0,230
450	3000	17,8	37,6	15,0	41,8	0,79	1,62	0,284
450	5000	17,8	36,6	15,0	40,8	0,79	1,58	0,297
450	7000	17,8	36,1	15,0	40,3	0,79	1,56	0,303
450	1360	17,8	40,8	15,0	45,0	0,79	1,74	0,249
300	3000	13,2	37,6	10,4	41,8	0,69	1,62	0,280

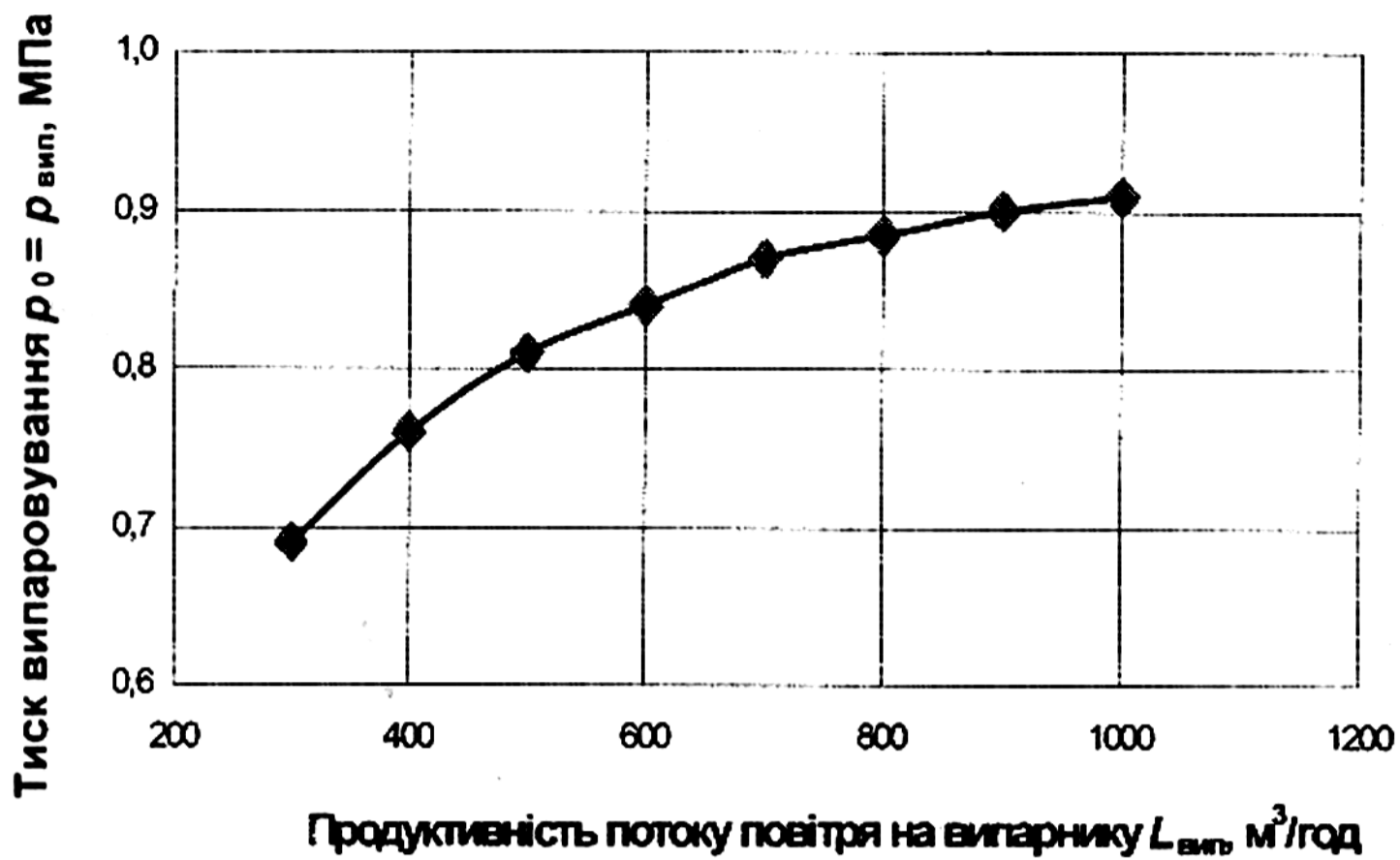


Рис. 2. Залежність тиску випаровування split-кондиціонера "Sanyo" холодопродуктивністю 2020 Вт за стандартних умов від витрати повітря на випарнику

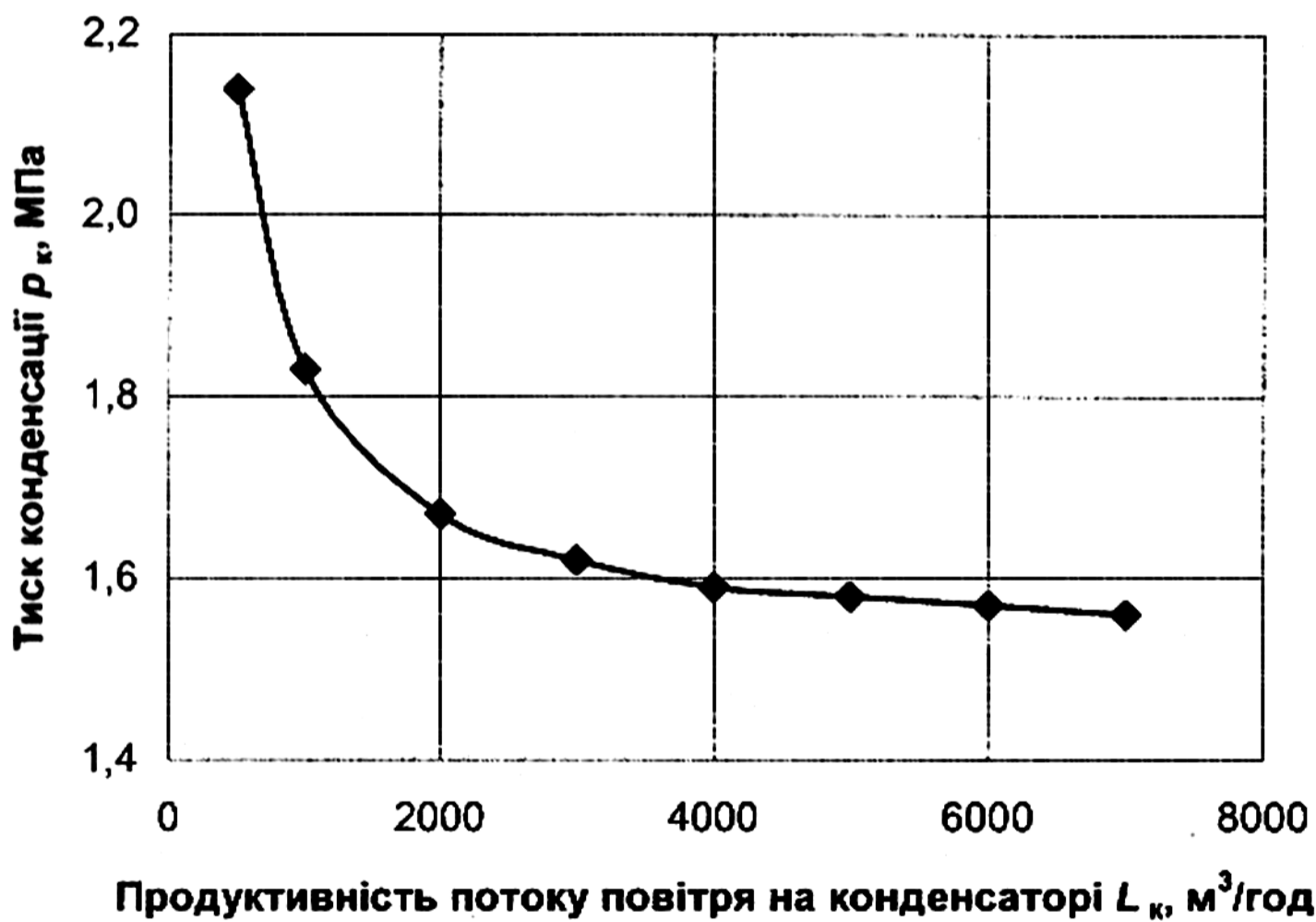


Рис. 3. Залежність тиску конденсації split-кондиціонера "Sanyo" холодопродуктивністю 2020 Вт за стандартних умов від витрати повітря на конденсаторі

Тут  $L_{\text{вип}}$ ,  $L_{\text{к}}$  – відповідно, витрата повітря у випарнику і конденсаторі кондиціонера,  $\text{м}^3/\text{год}$ ;  $t_{\text{C}_2}$  – температура повітря на виході з випарника кондиціонера,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $t_{\text{H}_2}$  – температура повітря на виході з конденсатора кондиціонера,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $t_0 = t_{\text{вип}}$  – температура випаровування холодильного агента у кондиціонері,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $t_{\text{к}}$  – температура конденсації холодильного агента у кондиціонері,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $p_0 = p_{\text{вип}}$  – тиск випаровування холодильного агента у кондиціонері, МПа;  $p_{\text{к}}$  – тиск конденсації холодильного агента у кондиціонері, МПа;  $\eta_{\text{е}}$  – ексергетичний ККД холодильної машини кондиціонера.

В табл. 1 курсивом наведені дані отримані для стандартних витрат повітря на випарнику та конденсаторі кондиціонера, а жирним – для запропонованих оптимальних витрат повітря на випарнику та конденсаторі кондиціонера. Вочевидь, що завдяки цьому ексергетичний ККД зростає на  $(0,280 - 0,249) \cdot 100 / 0,249 = 12,5\%$ , що є суттєвим.

Результати розрахунків тисків випаровування та конденсації split-кондиціонера “Sanuo” холодопродуктивністю 2020 Вт за стандартних умов залежно від витрати повітря відповідно на випарнику та конденсаторі кондиціонера апроксимовані такими формулами:

– за  $L_{\text{вип}} = 300 \dots 1000 \text{ м}^3/\text{год}$  та будь-якої  $L_{\text{к}}$ :

$$p_0 = p_{\text{вип}} = 1,0 - 94,3 \cdot L_{\text{вип}}^{-1}, \text{ МПа}; \quad (1)$$

– за  $L_{\text{к}} = 500 \dots 7000 \text{ м}^3/\text{год}$  та будь-якої  $L_{\text{вип}}$ :

$$p_{\text{к}} = 1,52 + 312 \cdot L_{\text{к}}^{-1}, \text{ МПа}. \quad (2)$$

### Висновки

Аналізуючи отримані дані в табл. 1 та на рис. 2 і 3, можна прийти до таких висновків. Зростання витрати повітря на випарнику холодильної машини кондиціонера  $L_{\text{вип}}$  від 300 до 1000  $\text{м}^3/\text{год}$  практично не впливає на зміну значення ексергетичного ККД  $\eta_{\text{е}}$ , але призводить до зростання тиску випаровування  $p_0 = p_{\text{вип}}$ , що є негативним з конструкційного погляду. Тому на випарнику кондиціонера бажано використовувати витрату повітря  $L_{\text{вип}}$  по можливості найменшою (наприклад,  $L_{\text{вип}} = 300 \text{ м}^3/\text{год}$ ) і відповідно до цього найменший тиск випа-

ровування (наприклад,  $p_0 = p_{\text{вип}} = 0,69$  МПа). Слід зауважити, що зростання тиску випаровування  $p_0 = p_{\text{вип}}$  під час цього є значним  $(0,91 - 0,69) \cdot 100 / 0,69 = 32\%$ .

Разом з тим за зростання витрати повітря на конденсаторі холодильної машини кондиціонера  $L_k$  від 500 до 3000 м<sup>3</sup>/год призводить до значного зростання значення ексергетичного ККД  $\eta_e$   $(0,284 - 0,174) \cdot 100 / 0,174 = 63\%$  за значного зменшення тиску конденсації  $p_k$   $(2,14 - 1,62) \cdot 100 / 2,14 = 24\%$ , що є позитивним з конструкційного погляду. За подальшого зростання витрати повітря  $L_k$  3000 до 7000 м<sup>3</sup>/год значення ексергетичного ККД  $\eta_e$  зростає незначно  $(0,303 - 0,284) \cdot 100 / 0,284 = 6,7\%$  за незначного зменшення тиску конденсації  $p_k$   $(1,62 - 1,56) \cdot 100 / 1,62 = 3,7\%$ . Тому на конденсаторі кондиціонера бажано використовувати витрату повітря  $L_k$  максимально 3000 м<sup>3</sup>/год і відповідно до цього тиск конденсації  $p_k = 1,62$  МПа.

За результатами аналізу отриманих даних запропоновані оптимальні витрати повітря на випарнику та конденсаторі холодильної машини split-кондиціонера "Sanyo" холодопродуктивністю 2020 Вт за стандартних умов і відповідно тиски випаровування і конденсації, а саме: на випарнику –  $L_{\text{вип}} = 300$  м<sup>3</sup>/год і  $p_0 = p_{\text{вип}} = 0,69$  МПа, а на конденсаторі –  $L_k = 3000$  м<sup>3</sup>/год і  $p_k = 1,62$  МПа.

Отже, розроблена автором методика термодинамічного ексергетичного аналізу дає можливість визначити ексергетичний ККД холодильної машини місцевого автономного кондиціонера, а також оптимізувати його роботу.

## 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. – 280 с.
3. Бродянский В. М. Эксергетический метод термодинамического анализа. – М.: Энергия, 1973. – 296 с.
4. Лабай В. Й. Залежність ексергетичного ККД split-кондиціонерів від їх продуктивності за повітрям на випарнику і конденсаторі. // Вентиляція,

освітлення та теплогазопостачання. Науково-технічний збірник. Вип 10. – Київ, 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 довкілля. Автоматизація”, 2006, С. 20–25.

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