

УДК 641.546.44

**ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ КОМПРЕСІЙНИХ  
ХОЛОДИЛЬНИКІВ З МЕТОЮ ПОКРАЩЕННЯ ХОЛОДОПРОДУКТИВНОСТІ****Гальчинський Р. В., Павленко В. М.**

Київський національний університет технологій та дизайну

*В статті розглянуто метод підвищення холодопродуктивності роботи компресійного холодильника за рахунок збільшення площі теплопередаючої поверхні випарника. Показана конструкція гофрованого випарника.*

**Ключові слова:** побутовий холодильник, гофрований випарник, холодопродуктивність

Сучасні тенденції розвитку побутових холодильних приладів (ПХП) характеризуються збільшенням їх внутрішнього об'єму із ниженням температурних показників в камерах, що приводить до зростання енергетичних витрат на виробництво холоду і підвищення температури герметичного компресора. Внаслідок цього виникає проблемна ситуація, суть якої полягає в необхідності підвищення ефективності побутових холодильників (ПХ) та зниження енергоспоживання, що забезпечить підвищення їхньої конкурентоспроможності.

***Постановка завдання***

Метою даної роботи є розробка нового технічного рішення, яке спрямоване на покращення холодопродуктивності за рахунок виконання випарника у гофрованому вигляді, що дасть можливість його використання в холодильних установках без суттєвих змін їх конструкцій та габаритних розмірів

Об'єктом дослідження є побутові компресійні холодильники.

Предметом дослідження є способи покращення холодопродуктивності побутових компресійних холодильників.

Поставлені у роботі задачі вирішуються за допомогою теоретичних та експериментальних методів досліджень.

***Результати досліджень***

Проведення досліджень в області підвищення ефективності побутових холодильників може бути досягнуто, в першу чергу, підвищенням ефективності теплообмінних процесів у випарнику і конденсаторі, поліпшенням характеристик герметичного компресора при загальному зменшенні тепловтрат шафи побутового холодильного пристрою [1].

Підвищення продуктивності роботи компресійного холодильника може бути досягнуто, шляхом збільшення площі теплопередаючої поверхні випарника. Ця задача вирішується за рахунок зміни конструкції поверхні випарника з плоскої до гофрованої, що дозволяє збільшити площу теплопередаючої поверхні.

На рис.1. представлено гофрований випарник (вид спереду та вид знизу, поперечний переріз А – А випарника).

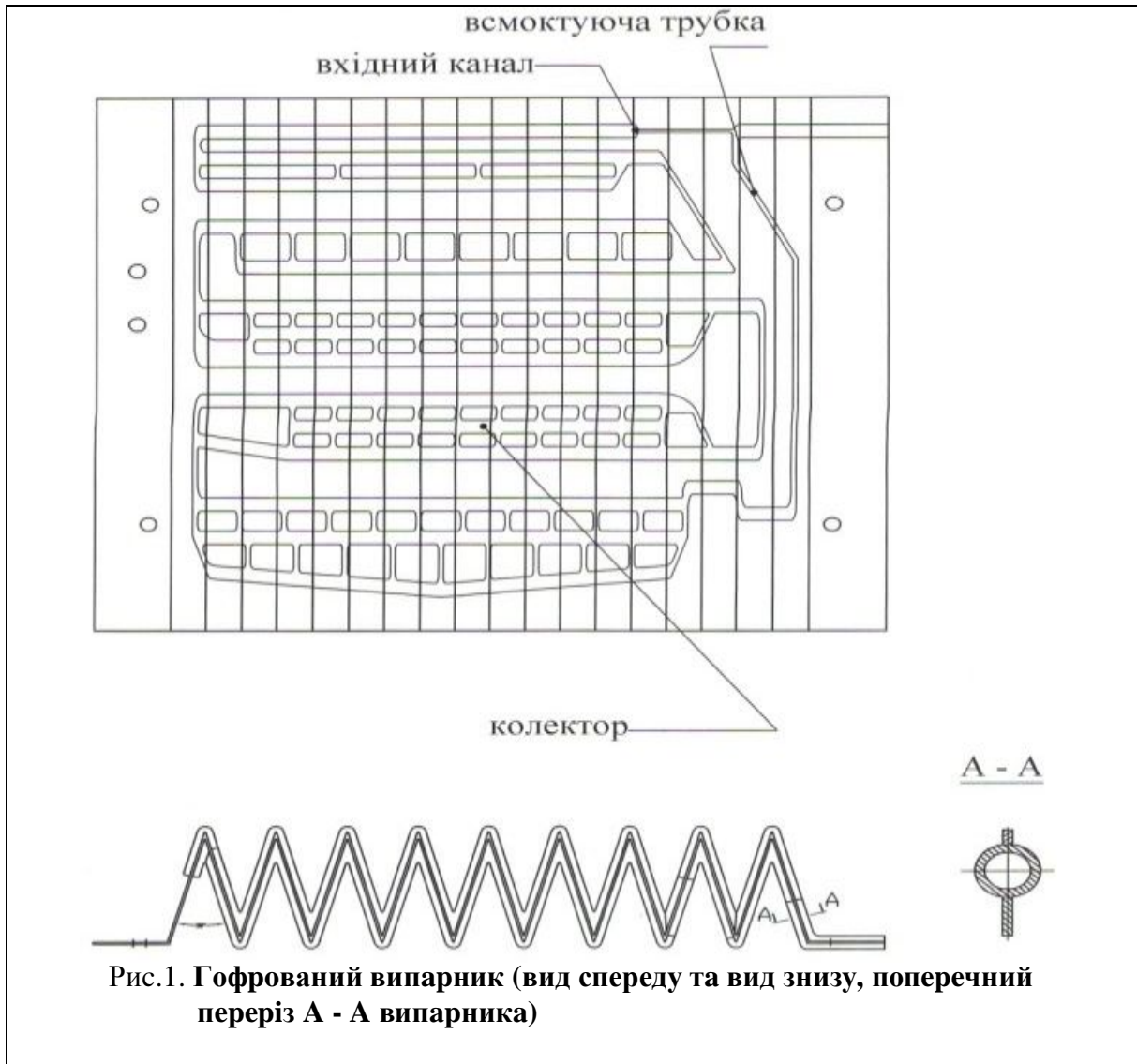


Рис.1. Гофрований випарник (вид спереду та вид знизу, поперечний переріз А - А випарника)

Даний випарник складається з двох листів алюмінієвих пластин, які утворюють всмоктуючий та вхідний канали, що з'єднані з колекторами. Виходячи з капілярної трубки (завужене місце на рис. 1) через канал 1 (вхідний канал), рідинний хладаген починає випаровуватися, і відбувається підвищення його швидкості. Для того щоб запобігти великого гідравлічного опору хладаген спочатку проходить через один

канал, який потім розгалужується в два і більше канали. Далі хладагент (у газоподібному вигляді) проходить у всмоктувальну трубу 2, всередині якої розташовано капілярну трубку.

Розрахунок залежності теплопритоків від кута нахилу гофр.

З рівняння теплообміну [2]:

$$Q = F \cdot k \cdot \Delta t$$

де  $\Delta t$  – перепад температур,  $\Delta t = 7 \dots 9^\circ \text{C}$

$k$  – коефіцієнт теплопередачі,  $k = 5 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{C}}$ ;

$F$  – площа поверхні випарника ( $a \times b$ )

У зв'язку з тим, що значення параметрів  $k$ ,  $\Delta t$  варіюється в незначних межах, то можна вважати їх незмінними. Тоді аналіз формули показує, що значення продуктивності компресора прямо пропорційно площі тепло передаючої поверхні випарника. А отже, змінюючи площу в 2-3 рази, ми отримуємо значне підвищення продуктивності компресора.

Побутові холодильники з гофрованими випарниками можливо використовувати в країнах з жарким кліматом. Звичайний випарник потребує довшої роботи компресора, мається на увазі збільшення часу включення компресора і зменшення часу паузи, що негативно відображається надовговічності компресора [3].

Розглянемо рівнобедрений  $\Delta MNP$  (рис. 2), з кутом при вершині  $\alpha$  та висотою  $h$ :



Рис.2. Профіль гофрованого випарника

Висота  $NO$  ( $h_1$ ) ділить  $\Delta MNP$  на два прямокутних трикутники  $\Delta MNO$  та  $\Delta PNO$ . Розглянемо  $\Delta MNO$ :

$$MN = \frac{NO}{\cos(\frac{\alpha_1}{2})} = \frac{h_1}{\cos(\frac{\alpha_1}{2})}$$

$$MO = \text{tg}(\frac{\alpha_1}{2}) \cdot NO = \text{tg}(\frac{\alpha_1}{2}) \cdot h_1$$

Число похилих поверхонь та площа однієї з похилих поверхонь визначаємо за формулами:

$$n_{\text{пов}} = \frac{b}{MO} = \frac{b}{h_1 \cdot \text{tg}(\frac{\alpha_1}{2})}$$

$$S_1 = \alpha_1 \cdot MN$$

Загальна площа:

$$S_{\text{нл}} = \alpha_1 \cdot n_{\text{пов}} \cdot MN$$

$$S_{\text{нл}} = a \cdot \frac{h_1}{\cos(\frac{\alpha_1}{2})} \cdot \frac{b}{h_1 \cdot \text{tg}(\frac{\alpha_1}{2})} = \frac{a \cdot b}{\cos(\frac{\alpha_1}{2}) \cdot \text{tg}(\frac{\alpha_1}{2})}$$

$$S_{\text{нл}} = \frac{a \cdot b}{\cos(\frac{\alpha_1}{2}) \cdot \frac{\sin(\frac{\alpha_1}{2})}{\cos(\frac{\alpha_1}{2})}} = \frac{a \cdot b}{\sin(\frac{\alpha_1}{2})}$$

Знайдемо в скільки разів порохована площа виявиться більшою за площу звичайного випарника при тих самих розмірах ( $a \times b$ ):

$$\frac{S_{\text{нл}}}{S} = \frac{a \cdot b}{\sin(\frac{\alpha_1}{2}) \cdot a \cdot b} = \frac{1}{\sin(\frac{\alpha_1}{2})}$$

В табл.1 наведені розрахункові значення величини теплопритоку і площі від кута при вершині гофрів.

Таблиця 1

**Значення величини теплопритоку і площі в залежності від кута при вершині гофр**

Розміри теплопередаючої поверхні	Площа теплопередаючої поверхні, S (м <sup>2</sup> )	$\alpha$	$\alpha/2$	S <sub>пл</sub> (м <sup>2</sup> )	S <sub>пл</sub> /S	Q (Вт)
350×300	0,105	10	5	1,20474	11,4737	48,1896
350×300	0,105	20	10	0,60467	5,75877	24,1868
350×300	0,105	30	15	0,40568	3,86370	16,2275
350×300	0,105	40	20	0,30699	2,92380	12,2799
350×300	0,105	50	25	0,24841	2,36622	9,93807
350×300	0,105	60	30	0,21	2	8,4
350×300	0,105	70	35	0,18306	1,74344	7,32247
350×300	0,105	80	40	0,16335	1,55572	6,53404
350×300	0,105	90	45	0,14849	1,41421	5,93969
350×300	0,105	120	60	0,12124	1,15470	4,84974
350×300	0,105	150	75	0,108704	1,035276	4,34816
350×300	0,105	180	90	0,105	1	4,2

Згідно таблиці 1 нами побудовано графік залежності величини площі та теплопритоку від кута при вершині гофр, які наведені на рис. 3 та рис. 4, відповідно.



Рис.3. Залежність площі поверхні випарника відкута при віршині гофр



Рис.4. Залежність тепло притоку від кута при вершині гофр

Як видно з обох графіків, зі збільшенням кута при вершині гофр площа поверхні випарника збільшується, тим самим підвищуючи величину теплопритоку.

Був проведений дослід з визначенням часу охолодження продукту вагою 2 кг та початковою температурою 20-21°C, при встановленні випарників з різним кутом при вершині гофр. Значення дослідів наведені в табл. 2, по яким побудовано графік, що наведений на рис. 5.

Таблиця 2

**Результати експериментальних досліджень з визначення часу охолодження продукту вагою 2 кг та початковою температурою 20-21°C в холодильних установках зі звичайним та гофрованим випарниками**

Звичайний випарник	Температура продукту, °C			Час охолодження, хв
	Гофрований випарник 90°	Гофрований випарник 60°	Гофрований випарник 30°	
21	20,9	20,9	20,8	0
20,1	19,5	19,1	18,2	20
19,2	18,1	17,7	16,3	40
18,2	16,7	15,5	13,6	60
17,1	15,3	13,3	11,5	80
16	13,5	11,9	8,8	100
15	12,5	10,1	7	120
14,1	11,5	8,3	4,3	140
12,9	9,7	6,9	3,9	160
12,1	8	4,7	3,9	180
11,2	6,9	3,9	3,9	200
10,1	5	3,9	3,9	220
8,9	4,1	3,9	3,9	240
7,9	3,9	3,9	3,9	260
6,9	3,9	3,9	3,9	280
6	3,9	3,9	3,9	300
4,9	3,9	3,9	3,9	320
4	3,9	3,9	3,9	340
3,9	3,9	3,9	3,9	360
3,9	3,9	3,9	3,9	380
3,9	3,9	3,9	3,9	400

Як видно з рис.5, у холодильниках зі звичайним випарником, час охолодження продукту до температури близько 4°C займає майже 6 годин. При встановленні

гофрованих випарників, з кутом при вершині гофр  $90^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $30^\circ$  час охолодження скорочується з шести до двох годин, в залежності від вибраного кута.

Дані дослідження показали, що раціональним кутом при вершині гофр є кут в  $30^\circ$ , оскільки такий кут забезпечує максимально допустиму площу теплопередаваючої поверхні з врахуванням можливостей виробництва.

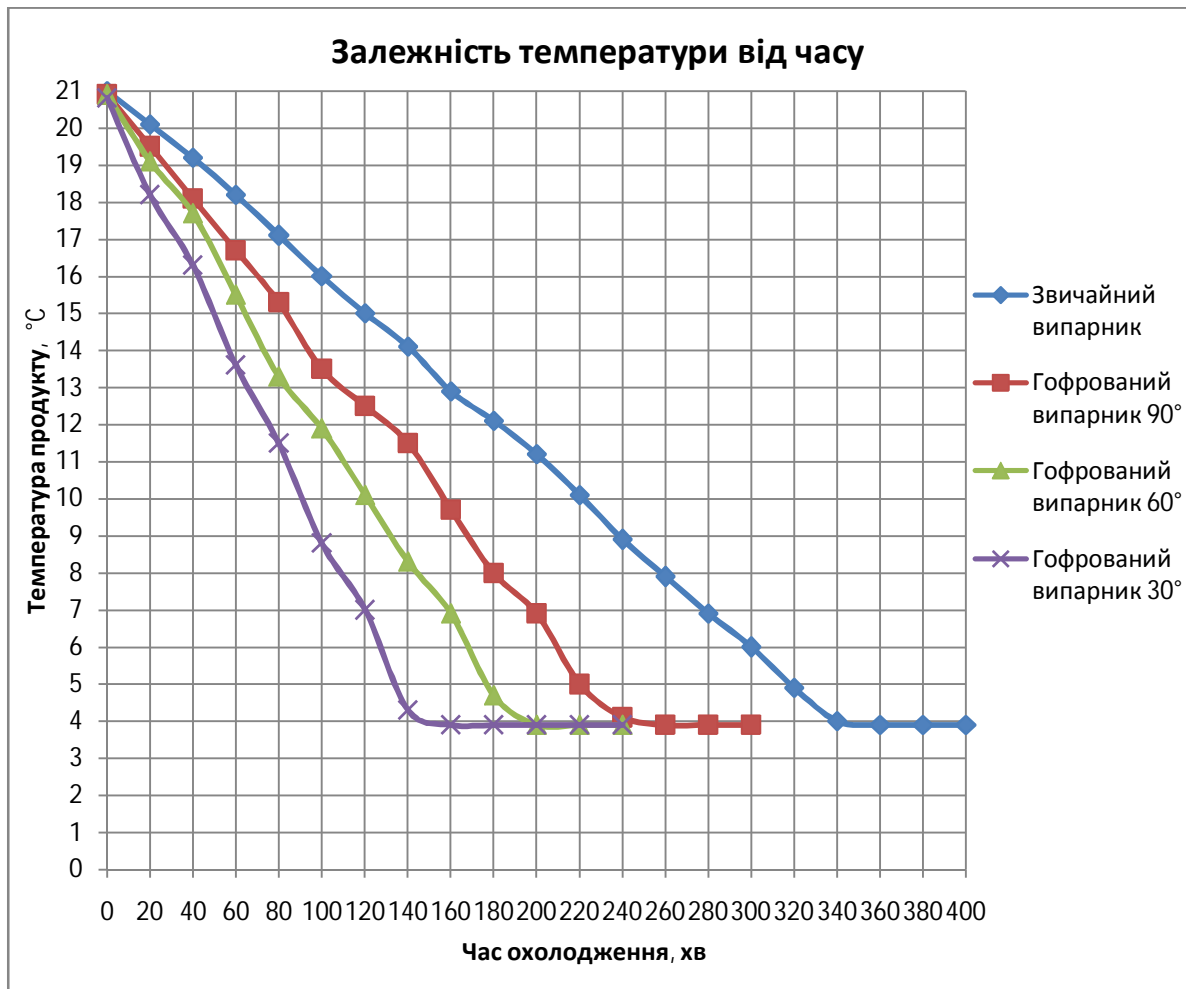


Рис.5. Залежність температури охолодження зразка в холодильній установці від часу

### Висновки

Використання гофрованого випарника дозволяє збільшити швидкість тепловідбору, при цьому потрібно тільки змінити кут при вершині гофри (чи висоту), а основні розміри випарника небудуть змінюватись, тому такі випарники можуть використовуватися в стандартних холодильних установках, без суттєвих змін їх конструкцій. Холодильний агрегат зі збільшеною площею випарника може бути використано, як в помірному так і в тропічному кліматі. Тим не менш, щоб виготовити

гофрований випарник, на заводах потрібно буде встановити додаткове спеціальне обладнання, що призведе до збільшення вартості виготовлення, у порівнянні з вартістю вироблення звичайних плоских випарників.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Кошкин Н. Н. Холодильные машины / Кошкин Н. Н. – М.: Пищевая промышленность, 1973. – 512 с.
2. Электропобутова техніка: Навчальний посібник / [І. В. Петко, О. П. Бурмістенков, В. В. Кострицький та ін.]. – К.: КНУТД, 2009. – 202 с.
3. Милованов В. И. Повышение долговечности герметичных поршневых компрессоров методами функциональной взаимозаменяемости / В. И. Милованов – М.: ЦНИИТЭИ легпищемаш, 1972. – 78 с.

**Гальчинский Р. В., Павленко В. Н.**

***Исследование технических параметров компрессионных холодильников с целью улучшения холодопроизводительности***

*Киевский национальный университет технологий и дизайна*

*В статье рассмотрен метод повышения холодопроизводительности работы компрессионного холодильника за счет увеличения площади теплопередающей поверхности испарителя. Показана конструкция гофрированного испарителя.*

**Ключевые слова:** бытовой холодильник, гофрированный испаритель, холодопроизводительность

**Galchynskiy R. V., Pavlenko V. M.**

***Study of technical parameters compression refrigerators to improve cooling capacity***  
*Kyiv national university of technologies & design*

*In this article was reviewed the method of increasing the cooling capacity of the refrigerator of compression by increasing the area of heat transfer surface evaporator. Shown construction corrugated evaporator.*

**Keywords:** household refrigerators, corrugated evaporator cooling capacity