

**Міністерство освіти і науки України  
Одеський національний технологічний університет  
Навчально-науковий інститут холоду, кріотехнологій  
та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського ОНТУ**



**ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ  
МОЛОДИХ ВЧЕНИХ ТА ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ  
«СТАН, ДОСЯГНЕННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ ХОЛОДИЛЬНОЇ  
ТЕХНІКИ І ТЕХНОЛОГІЇ»**

*Присвячена 100-річчю інституту холоду, кріотехнологій  
та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського*

*19-20 квітня 2022 року*

*Збірник тез доповідей*



**Одеса – 2022 р**

УДК 621.565; 621.

**Збірник тез доповідей** підготовлений під редакцією  
доктора технічних наук, професора Хмельнюка М.Г  
Науковий секретар - к.т.н.доц. Жихарєва Н.В.

*За достовірність інформації відповідає автор публікації*

**Збірник тез доповідей** за матеріалами Всеукраїнської науково-технічної онлайн-конференції молодих вчених та здобувачів вищої освіти «**Стан, досягнення і перспективи холодильної техніки і технології**», Одеса, 2022 р. (19-20 квітня) – 113 с.

До збірника включені матеріали сучасних наукових досліджень здобувачів вищої освіти та молодих вчених університетів і академій України.

Розглянуто наступні напрямки досліджень: холодильні установки; кондиціонування повітря, холодильні машини, теплообмінні апарати і процеси тепло масообміну; робочі речовини холодильних машин; компресори та пневмоагрегати; енергетичні та екологічні проблеми холодильної техніки; холодильна технологія; криогенна техніка; інформаційні технології в холодильній техніці.

Матеріали подано українською та англійською мовами.

*Матеріали науково-технічної конференції молодих вчених та здобувачів вищої освіти «Стан, досягнення і перспективи холодильної техніки і технології», 19 - 20 квітня 2022 р.*

### **НАУКОВИЙ КОМІТЕТ**

**Голова - Єгоров Б.В.** - ректор Одеської національної академії харчових технологій, Заслужений діяч науки і техніки України, Лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, д-р техн. наук, професор

**Заступники голови:**

**Поварова Н.М.** – к.т.н., доцент, проректор з наукової роботи Одеської національної академії харчових технологій;

**Косой Б.В.** – д.т.н., професор, директор навчально-наукового Інституту холоду, кріотехнологій та екоенергетики Одеської національної академії харчових технологій;

**Члени наукового комітету:**

**Хмельнюк М.Г.** - зав. кафедрою холодильних установок і кондиціонування повітря ОНАХТ, д.т.н., професор;

**Мілованов В.І.** - заслужений діяч науки і техніки України, д.т.н., професор;

**Коновалов Д.Т.** - завідувач кафедри Теплотехніки філії НУК ім. адм.Макарова, Херсонська філія, д.т.н., професор;

**Тітлов О.С.**- завідувач кафедри нафтогазових технологій, інженерії та теплоенергетики ОНАХТ, д.т.н., професор

**Морозюк Л.І.** - д.т.н., професор кафедри кріогенної техніки ОНАХТ ;

**Потапов В. О.** - Харківський державний університет харчування і торгівлі, д.т.н., професор;

**Радченко М.І.** - зав. кафедрою кондиціонування і рефрижерації НУК, академік Міжнародної академії холоду, д.т.н., професор;

**Симоненко Ю.М.** - зав. кафедрою кріогенної техніки ОНАХТ, д.т.н, професор;

**Жихарева Н.В.**- к.т.н., доцент кафедри холодильних установок і кондиціонування повітря ОНАХТ.

### **Організаційний комітет:**

**Голова** – д.т.н., проф. Хмельнюк М.Г.;

**Науковий секретар** - к.т.н. доц. Жихарева Н.В.

**Члени оргкомітету** - к.т.н. доц. Зімін О.В., к.т.н., доц. Когут В.О., к.т.н. доц. Яковлева О.Ю., к.т.н., доц. Трандафілов В.В., к.т.н. Грудка Б.Г., стаж-викл. Басов А.М., асп. Сазанський А.Р., асп. Крушельницький Д.О.

**СЕКЦІЯ №1 –ХОЛОДИЛЬНІ УСТАНОВКИ ТА КОНДИЦІОНУВАННЯ  
ПОВІТРЯ**

УДК 697.94.(075)

**ВИБІР ЕНЕРГООЩАДНИХ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ  
ДІЮЧИХ ТЕПЛОВИХ ПОМП SPLIT-КОНДИЦІОНЕРІВ**

*Лабай В.Й., д.т.н., проф., Тростенюк О.В., магістр  
НУЛП, м. Львів, wlabay@i.ua*

Зростаючий дефіцит та ріст цін на паливно-енергетичні ресурси, особливо нафту і газ, роблять проблему використання альтернативних джерел енергії та енергозбереження актуальною не тільки для економіки України, але зокрема для економік світу, що у перспективі дасть можливість вирішити зменшення енергоспоживання.

Одним зі шляхів зменшення енергоспоживання є використання теплових pomp (ТП) (насосів) split-кондиціонерів («повітря-повітря») в системах теплопостачання будівель, які за використання 1 кВт електроенергії з мережі транспортують до 5 кВт теплової енергії від повітря зовнішнього середовища до внутрішнього повітря приміщень будівлі. Використання ТП split-кондиціонерів забезпечує не тільки енергоощадний, але й екологічний ефект.

У розвинених країнах здійснюється теплопостачання (комунальне і виробниче) тепловими pompami до 75% за даними Світового енергетичного комітету. Понад 30% житлових будинків у США обладнані ТП.

Діючі теплові pompи split-кондиціонерів потребують для зменшення енергозатрат встановлення енергоощадних умов їх експлуатації, яке можливе з використанням сучасного методу термодинаміки – ексергетичного [3-5]. Ексергетичний аналіз дозволяє встановити максимальні термодинамічні можливості системи, а значить енергоощадні умови їх експлуатації.

Ексергетичний аналіз запровадили як обов'язкову складову розроблюваних проєктів, а також планів модернізації виробництв у США і деяких провідних європейських країнах.

Як правило, фірми-виробники теплових pomp split-кондиціонерів передбачають їх експлуатацію на різних витратах повітря у конденсаторі. Але, на жаль, ні одна фірма-виробник не дає рекомендацій, яку витрату повітря застосовувати залежно від внутрішніх температурних умов у приміщенні.

Використання ексергетичного методу аналізу обґрунтоване у роботах Шаргута, Р. Петели, В. М. Бродяньського та інших вчених для оптимізації різних технічних систем, зокрема холодильних машин, для техніко-економічної оптимізації їх експлуатації, а у роботах І. Дінчера, М. А. Розена ще й додатково для теплових pomp та наших роботах [1-5]. Нами пристосований цей метод до аналізу теплових pomp split-кондиціонерів («повітря-повітря») [4, 5] та використаний у цій статті.

Тому для підвищення ефективності експлуатації теплових pomp split-кондиціонерів потрібний детальний ексергетичний аналіз їхнього функціонування залежно від температури внутрішнього повітря та витрати повітря на конденсаторі теплової помпи.

Авторами на основі праці [3] розроблено інноваційну математичну модель ексергетичного аналізу експлуатації теплових pomp split-кондиціонерів пристосовану для

різних холодоагентів та виробників, що дає можливість встановити енергоощадний режим її роботи.

Отже, проаналізувавши наявні літературні дані, приходимо до висновку, що зменшення витрат енергії, споживаної тепловими помпами split-кондиціонерів, може бути найповніше досягнуто на основі ексергетичного аналізу, який враховує не тільки кількість, але й якість затраченої енергії [1-5].

Для проведення досліджень використана схема одноступеневої хладонової теплової помпи split-кондиціонера (без ефективного охолодження компресора), яка наведена на рис. 1, і відповідно побудова процесів її роботи на  $p,i$ -діаграмі – на рис. 2, та холодильний агент хладон-32 (R32).

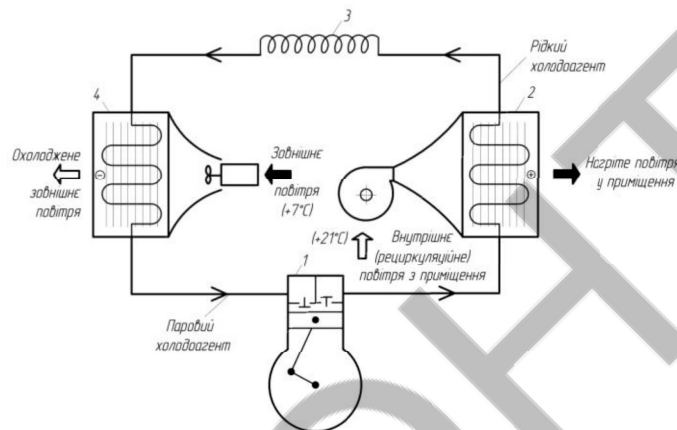


Рис. 1. Схема теплової помпи split-кондиціонера: 1 – компресор; 2 – конденсатор; 3 – капілярна трубка; 4 – випарник

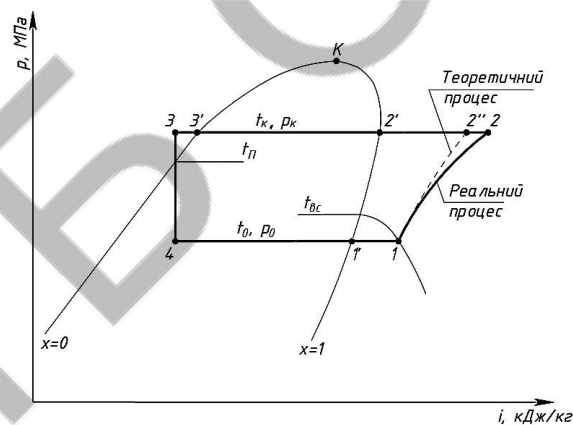


Рис. 2. Побудова процесів роботи на  $p,i$ -діаграмі для теплової помпи split-кондиціонера: 1, 2, 3, 4 – характерні точки термодинамічного циклу

Для досягнення поставленої мети було сформульовано такі основні завдання:

- визначити ексергетичний ККД для теплової помпи split-кондиціонера, наприклад, фірми “Mitsubishi Electric” зі стандартною теплопродуктивністю 3200 Вт на холодильному агентові R32 за різних робочих внутрішніх температурних умов у приміщенні та витрати повітря на конденсаторі теплової помпи;
- встановити енергоощадні режими експлуатації на прикладі теплової помпи split-кондиціонера “Mitsubishi Electric” з номінальною теплопродуктивністю 3200 Вт за стандартних температурних умов на холодильному агентові R32 за різних робочих

*Матеріали науково-технічної конференції молодих вчених та здобувачів вищої освіти «Стан, досягнення і перспективи холодильної техніки і технології», 19 - 20 квітня 2022 р.*  
внутрішніх температурних умов у приміщенні та витрати повітря на конденсаторі теплової помпи.

Результати досліджень зведені у таблицю 1.

Таблиця 1

**Результати досліджень ексергетичного ККД  
теплової помпи split-кондиціонера “Mitsubishi Electric”  
стандартної теплопродуктивності 3200 Вт залежно від температури внутрішнього  
повітря та витрати повітря на її конденсаторі**

$t_{в} = t_{H1}$ , °C	$t_{з} = t_{C1}$ , °C	$L_{к}$ , м <sup>3</sup> /год	$Q_{т}^{роб}$ , Вт	$N_{сп}^{роб}$ , Вт	$W_{конд}^{роб}$ , л/год	$\eta_e$
<b>15</b>	7	<b>180</b>	3584	874	1,10	<b>0,343</b>
		490				0,318
		618				0,309
<b>16</b>	7	<b>180</b>	3520	858	1,10	<b>0,348</b>
		490				0,330
		618				0,322
<b>17</b>	7	<b>180</b>	3456	842	1,10	<b>0,352</b>
		490				0,340
		618				0,334
<b>18</b>	7	<b>180</b>	3392	827	1,10	<b>0,356</b>
		490				0,351
		618				0,345
<b>19</b>	7	180	3328	811	1,10	0,359
		<b>490</b>				<b>0,360</b>
		618				0,355
<b>20</b>	7	180	3264	796	1,10	0,363
		<b>490</b>				<b>0,370</b>
		618				0,366
<b>21</b>	7	180	3200	780	1,10	0,366
		<b>490</b>				<b>0,379</b>
		618				0,376
<b>22</b>	7	180	3136	764	1,10	0,369
		<b>490</b>				<b>0,387</b>
		618				0,385

У таблиці 1 **жирно** зазначені отримані енергоощадні результати досліджень. *Курсивом* – результати досліджень за стандартних умов

**Література**

1. Шаргут Я. Эксергия / Я. Шаргут, Р. Петела. – М.: Энергия, 1968. – 280 с.
2. Соколов Е. Я. Энергетические основы трансформации тепла и процессов охлаждения / Е. Я. Соколов, В. М. Бродянский. – М.: Энергоиздат, 1981. – 320 с.
3. Dincer, I., Rosen, M.A. Exergy: Energy, Environment and Sustainable Development, second ed. Elsevier, Oxford, UK, (2013).
4. Labay V. Yo. [Mathematical Modeling of an Air Split-Conditioner Heat Pump Operation for Investigation its Exergetic Efficiency](#) / V. Yo. Labay, V. Yu. Yaroslav, O. M. Dovbush and A. Ye. Tsizda // Scientific Journal «Mathematical Modeling and Computing» (Математичне моделювання та інформаційні технології), Vol. 7, No 1. – Lviv: Lviv Polytechnic National University. – 2020. – Pp. 169–178.
5. Labay V. Yo. Mathematical modeling bringing the operation of air split-conditioners heat pumps to the same internal temperature conditions / V. Yo. Labay, V. Yu. Yaroslav, O. M. Dovbush and A. Ye. Tsizda // Scientific Journal «Mathematical Modeling and Computing» (Математичне моделювання та інформаційні технології), Vol. 8, No. 3. – Lviv: Lviv Polytechnic National University. – 2021. – Pp. 509–514.

---

## **MODELLING OF THE BOILING PROCESS IN NOZZLE WITH PROFILED DIFFUSER PART**

*Serhii Sharapov, PhD, assistant professor, senior lecturer, SumDU,  
Danylo Husiev, post graduate student, SumDU*

In modern world the main problem of all industries is energy conservation and environmental protection. Currently created two-phase jet devices, although they have significant advantages over single-phase, but due to the complexity of the work process that takes place in them is little studied. Recent European and world studies have focused on the operation of two-phase jet devices on different refrigerants or carbon dioxide. Main disadvantage is the cost of the working environment (refrigerant) and its safety and environmental friendliness.

Recently, studies have begun to suggest the use of water or water vapor, as well as steam jet ejectors, as the working medium for active flow [5-7]. However, as is well known, water also has negative properties, including the formation of scale, which is inevitable under such conditions of the working process. However, this is solved quite simply, and the authors of [8] suggest the use of ethers and aqueous solutions that have neutral properties and do not interact with the passive flow at the chemical level.

Increasing the efficiency of the process of outflow from the nozzle of the active flow of a two-phase jet apparatus directly depends on the geometric shape of the expanding part of the nozzle. Based on theoretical and experimental studies of an active flow nozzle with straight walls of its expanding part, a range of opening angles was obtained in which the flow does not separate from

## ЗМІСТ

### СЕКЦІЯ №1 –ХОЛОДИЛЬНІ УСТАНОВКИ ТА КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ

стор

1	<b>ВИБІР ЕНЕРГООЩАДНИХ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ДІЮЧИХ ТЕПЛОВИХ ПМПП SPLIT-КОНДИЦІОНЕРІВ</b>	4
	<i>Тростенюк О.В., магістр НУЛП, м. Львів Науковий керівник Лабай В.Й., д.т.н., проф., НУЛП</i>	
2	<b>MODELLING OF THE BOILING PROCESS IN NOZZLE WITH PROFILED DIFFUSER PART</b>	7
	<i>Danylo Husiev, post graduate student, SumDU Serhii Sharapov, PhD, assistant professor, senior lecturer, SumDU,</i>	
3	<b>INNOVATIVE METHOD OF IMPROVEMENT OF CENTRAL AIR CONDITIONING SYSTEMS</b>	8
	<i>Byshmanov V., Phd st Krushelnytskyi D. Zhykharieva N. V., Ph.D., Ass. Pr., Kohut V.E, Pr., Ph.D., Ass. Pr..</i>	
4	<b>ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ ЦЕХУ З ВИРОБНИЦТВА КАРБАМІДУ ОПЗ</b>	11
	<i>Філков І.О., СВО магістрант ОНАХТ Науковий керівник Жихарева Н.В., к.т.н., доц. ОНАХТ</i>	
5	<b>ХОЛОДОАГЕНТИ З НИЗЬКИМ ПОТЕНЦІАЛОМ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕННЯ ДЛЯ СУДНОВИХ ХОЛОДИЛЬНИХ СИСТЕМ</b>	15
	<i>Сорокін Р.Р., д.т.н., проф. Хлієва О.Я. Національний університет «Одеська морська академія»</i>	
6	<b>ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОЇ КАСКАДНОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ НА ПРИРОДНИХ РОБОЧИХ РЕЧОВИНАХ</b>	17
	<i>Крохмальний Ю.В., магістрант ІХКЕ ОНАХТ, Науковий керівник :к.т.н. дац. Трандафілов В.В. ОНАХТ</i>	
7	<b>ІННОВАЦІЙНИЙ МЕТОД ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ЗА ДОПОМОГОЮ КОНТАКТНОГО ТЕПЛООБМЕНУ</b>	20
	<i>Асп. ОНАХТ Крушельницький Д.О., асп. ОНАХТ Кіценко А.М., Наукові керівники :к.т.н. дац. ОНАХТ Жихарева Н.В., к.т.н. доц. ОНАХТ Козут В.О.</i>	
8	<b>ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА УСТАНОВКА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЛОКАЛЬНИХ КОЕФІЦІЄНТІВ ТЕПЛОВІДАЧІ ТА РЕЖИМІВ КИПІННЯ ХОЛОДОАГЕНТІВ ТА РОЗЧИНІВ ХОЛОДОАГЕНТ/МАСЛО У ТРУБИ</b>	21
	<i>Борисов В.О., д.т.н., проф. Железний В.П. ОНАХТ</i>	
9	<b>КАЛОРИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КОМПОЗИЦІЙНОГО ТЕРМОАКУМУЛЮЮЧОГО МАТЕРІАЛУ ПАРАФІН/ТЕРМОРОЗШИРЕНИЙ ГРАФІТ</b>	23
	<i>Глек Я.О., д.т.н., проф. Железний В.П. ОНАХТ</i>	
10	<b>ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ЕНЕРГОРЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧИХ РІШЕНЬ ДЛЯ АМІАЧНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ СИСТЕМ МОЛОКОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ</b>	25
	<i>магістранти ІХКЭ Кашигін Є.О., Рімашевський Ю.С., Науково-інженерне об'єднання Холод, Желіба Т.О., ОНПУ</i>	