

## ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ В СИСТЕМАХ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОГО ОПАЛЕННЯ.

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*Оцінено показники роботи реверсивного чіллера, що працює в режимі теплового насоса з радіаторною системою опалення для різних температур теплоносія на виході з конденсатора. Виявлено фактори, що впливають на ефективність системи, та ефективні режими роботи теплового насоса «вода-вода» з радіаторною системою опалення на основі техніко-економічного аналізу.*

**Ключові слова:** реверсивний чіллер, тепловий насос «вода-вода», економічна ефективність, радіатор, система опалення, конденсатор.

### *Abstract*

*Estimates of the performance of a reversible chiller operating in the mode of a heat pump with a radiator heating system for different temperatures of the coolant at the outlet of the condenser. The factors influencing the efficiency of the system and the effective modes of operation of the water-water heat pump with radiator heating system on the basis of a technical-economic analysis are revealed.*

**Keywords:** reverse chiller, water-water heat pump, economic efficiency, radiator, heating system, condenser

### **Вступ**

Зменшення використання поновлюваних джерел енергії в промисловості та ЖКГ України є однією з передумов енергетичної незалежності держави. Енергоефективність означає раціональне використання енергетичних ресурсів, досягнення економічно доцільної ефективності використання існуючих паливно-енергетичних ресурсів при дійсному рівні розвитку техніки та технології та дотриманні вимог до навколишнього середовища.

Для населення – це значне скорочення комунальних витрат, для країни – економія ресурсів, підвищення продуктивності промисловості і конкурентоспроможності, для екології – обмеження викидів парникових газів в атмосферу, для енергетичних компаній – зниження витрат на паливо і необґрунтованих витрат на будівництво.

Теплохолодильні машини - це апарати, які дозволяють перетворювати наявне природне тепло навколишнього середовища, перетворюючи накопичену енергію сонця, а також тепло землі, води в корисну енергію. Для цього тепловий насос забирає у землі або ґрунтової води, накопичена теплота і підвищує цю енергію до придатного для використання рівня температури. Тепловий насос має холодильний контур, що складається з чотирьох основних компонентів: випарника, компресора, конденсатора і дросельного клапана [1]. У контурі циркулює холодоагент з надзвичайно низькою точкою кипіння. У випарнику до холодоагенту підводиться теплота навколишнього середовища. Відбувається перехід з рідкого в газоподібний агрегатний стан речовини. У компресорі газоподібне робоче середовище сильно стискається і виводиться тим самим на високий рівень температури. На цей процес потрібно 25 % електричної енергії. У конденсаторі тепла енергія безпосередньо передається опалювальному контуру. Тим самим відбувається охолодження і зріджування робочого середовища. У дросельному клапані у робочого середовища знижується тиск, і тим самим охолоджується настільки, що може знову вбирати теплоту навколишнього середовища [2].

Енергоефективність теплонасосних установок в значній мірі визначається різницею температур у випарнику та конденсаторі. В той же час температурний рівень в конденсаторі визначається характеристиками системи використання теплоти [3]. В нашому випадку – системи радіаторного опалення готельного комплексу.

Мета роботи – виявлення ефективних режимів роботи теплового насоса «вода-вода», що опалює готельний комплекс, для різних значень температури теплоносія на виході з конденсатора.

### Результати дослідження

В даній роботі розглядається система радіаторного опалення готельного комплексу розрахунковою тепловою потужністю 107 кВт. В якості джерела теплоти обрано реверсивний чіллер «вода-вода» DYNACIAT LG 600V [4], який працює в режимі теплового насоса.

Для опалення приміщень готелю Були обрані радіатори Korado [5]. Різниця температур теплоносія в конденсаторі прийнята 10°C, інтервал температур теплоносія на виході з конденсатора реверсивного чіллера – 55 – 40°C, температура теплоносія на виході з випарника прийнята 2°C, термін роботи системи – 10 років.

Результати числових досліджень наведені в таблиці 1 та на рис. 1.

Таблиця 1 – Результати дослідження впливу температури теплоносія на виході з конденсатора на ефективність теплового насоса «вода-вода»

Показник	Температурний режим ,С			
	55/45	50/40	45/35	40/30
Коефіцієнт перерахунку потужності радіатора	1,96	2,5	3,37	3,93
Розрахункова опалювальна потужність, кВт	107	107	107	107
Розрахункова потужність радіатора, кВт	1,162	1,162	1,162	1,162
Вартість радіатора, тис. грн	3,55	3,55	3,55	3,55
Загальна вартість радіаторів, тис. грн	21 332	27 210	36 679	42 774
Потужність компресора, кВт	59	52,9	47,4	42,5
Загрузка компресора теплового насоса	0,315	0,307	0,300	0,294
Споживана потужність компресора в середньому опалювальному режимі	18,577	16,240	14,228	12,514
Витрата на електроенергію за весь термін роботи, тис грн	1 430	1 250	1 095	963,7

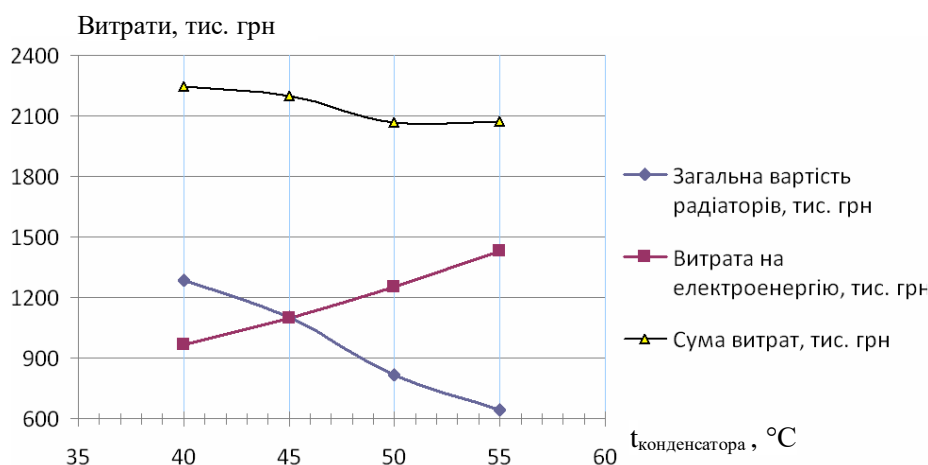


Рисунок 1 – Залежність витрат при роботі теплового насоса «вода-вода» з радіаторною системою опалення від температури теплоносія на виходів з конденсатора

Як видно з рис. 1, економічно доцільним діапазоном температури теплоносія на виході з конденсатора теплового насосу є 50°C.

Слід зауважити, що на раціональну температуру на виході з конденсатора в великій мірі впливає

вартість радіаторів та тарифи на електроенергію. Для більш вартісних марок радіаторів економічно доцільна температура теплоносія на виході з конденсатора теплового насоса буде рухатись в сторону збільшення, в тому числі, до максимальної температурної межі використання теплового насоса. При цьому зростатимуть витрати електроенергії на компресор і зменшуватиметься енергоефективність системи в цілому.

Таким чином, для теплонасосних систем використання високовартісних марок радіаторів, на нашу думку, не є економічно та енергетично доцільним.

Не дивлячись на значні капіталовкладення мають ряд переваг перед традиційними джерелами енергії: перспективність даних технологій в майбутньому, зменшення шкідливих викидів в місці розташування опалюваного об'єкту, доступність електроенергії, простота та зручність регулювання, високий рівень автоматизації, висока енергоефективність.

### **Висновки**

В роботі проаналізовано ефективні режими роботи теплонасосного обладнання з радіаторною системою опалення готельного комплексу.

Виявлено вплив температури теплоносія на виході з конденсатора реверсивного чіллера, що працює в режимі теплового насоса, виконано оцінку витрат на радіатори системи опалення та на електроенергію для компресора реверсивного чіллера «вода-вода».

Виявлено, що для радіаторів системи опалення Korado, на даний момент, раціональна температура теплоносія на виході з конденсатора теплового насоса складає біля 50°C.

Аналіз результатів дозволив зробити висновок, що для теплонасосних систем використання високовартісних марок радіаторів, на нашу думку, не є економічно та енергетично доцільним.

Не дивлячись на значні капіталовкладення в теплонасосні технології, що працюють з радіаторними системами опалення, впроваджуючи такі системи можна досягати економії викопного палива; шкідливих викидів в місці виробництва теплоти, зменшення витрат на обслуговування, вирівнювання графіку споживання електроенергії.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Степанов Д. В. Холодильна техніка та технологія: навчальний посібник/ Степанов Д. В., Степанова Н. Д.- Вінниця: ВНТУ. – 2008. - 95 с.
2. Овчаренко В. А. Використання теплових насосів/ Овчаренко В. А, Овчаренко А.В Холод – Київ: М+Т. 2006. №2 с. 34–36.
3. Рей Д. Тепловые насосы/ Рей Д., Макмайкл Д. Пер. с англ. – М.: Энергоиздат. 1982. – 224 с.
4. Технічні характеристики реверсивного чіллера DYNACIAT. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.ciat.com>
5. KORADO — Стальне панельне радиаторы [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://korado.com.ua> Дата звернення: 07.11.18

**Степанов Дмитро Вікторович** — канд. техн. наук, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, [Stepanovdv@ukr.net](mailto:Stepanovdv@ukr.net)

**Верещак Михайло Ігорович** — студент групи ТЕ-18м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [mishavereshchak7@gmail.com](mailto:mishavereshchak7@gmail.com)

**Stepanov Dmytro V.** — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, [Stepanovdv@ukr.net](mailto:Stepanovdv@ukr.net)  
**Vereshchak Myhailo.** – student of TE-18mi group, Faculty Building, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: : [mishavereshchak7@gmail.com](mailto:mishavereshchak7@gmail.com)