

## **Ефективність теплонасосної установки для теплопостачання дитячого навчального закладу**

Вінницький національний технічний університет

### **Анотація**

*В роботі виконано дослідження ефективності встановлення реверсивного чіллера на для теплопостачання дитячого навчального закладу, розробку технології монтажу обладнання, системи автоматизації тепловпункту та кошторису. Представлено результати дослідження раціональних режимів роботи реверсивних чіллерів з ґрунтовими теплообмінниками та радіаторними системами опалення.*

### **Ключові слова**

Реверсивний чіллер, технологія монтажу обладнання, автоматизація тепловпункту, ґрунтові теплообмінники, економічна ефективність.

### **Abstract**

*In this work, the study of the efficiency of establishing a reversing chiller for the heating of a children's educational institution, the development of equipment installation technology, heat supply system automation system and cost estimate was performed. The results of research of rational modes of reversible chillers with soil heat exchangers and radiator heating systems are presented.*

### **Keywords**

Reversible chiller, technology of installation of equipment, heat supply automation, soil heat exchangers, economic efficiency.

### **Вступ. Постановка задачі**

В якості пріоритетного напрямку більш широкого використання нетрадиційних джерел енергії найбільший інтерес представляє область теплопостачання, що є сьогодні одним з найбільш емних світових споживачів паливно-енергетичних ресурсів. Переваги технологій теплопостачання, що використовують нетрадиційні джерела енергії, в порівнянні з їх традиційними аналогами пов'язані не тільки зі значними скороченнями витрат енергії в системах життєзабезпечення будівель і споруд, але і з їх екологічною чистотою, а також новими можливостями в галузі підвищення ступеня автономності систем теплопостачання. Саме ці якості матимуть визначальне значення у формуванні конкурентної ситуації на ринку теплогенеруючого обладнання в світі [1].

На сьогоднішній день теплові насоси (ТН) використовуються в системах теплопостачання житлових і промислових будівель і споруд. Помітно зросла кількість публікацій в науково-технічній, рекламній та патентній літературі, розробляються енергозберігаючі програми, проводяться міжнародні конференції та наради, в яких стало приділятися значно більше уваги розвитку теплонасосних технологій [2].

Метою роботи є зменшення витрат палива та шкідливих видів при теплопостачанні дитячого навчального закладу шляхом оцінювання ефективності різних режимів роботи реверсивних чіллерів з ґрунтовими теплообмінниками.

Для досягнення даної мети необхідно розв'язати такі завдання:

- аналіз необхідних потужностей для забезпечення опалення та гарячого водопостачання;
- збір та аналіз патентної та літературної інформації по організації системи теплопостачання на базі теплонасосної установки;
- розробка теплової схеми тепловпункту з реверсивними чіллерами та ґрунтовими теплообмінниками і підбір обладнання для її створення;

дослідження раціональних режимів роботи реверсивних чіллерів з ґрунтовими теплообмінниками;  
розробка конструкції ґрунтового теплообмінника;  
розробка технології монтажу обладнання тепlopунту;  
розробка системи автоматизованого керування тепlopунктом.  
Об'єктом є тепlopункт дитячого навчального закладу.

Предметом дослідження є ефективність реверсивного чіллера з ґрунтовим теплообмінником для тепlopостачання дитячого дошкільного навчального закладу.

Метою даної роботи є підвищення ефективності водогрійної котельні шляхом комбiнування традиційних та альтернативних джерел енергії теплоти.

### Результати досліджень

Реверсивний чіллер має холодильний контур, що складається з чотирьох основних компонентів: випарника, компресора, конденсатора і дросельного клапана [3]. 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 теплова 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 з навколишнього середовища, наприклад, з ґрунту [4].

Важливою характеристикою теплового насоса з ґрунтовим теплообмінником є температура теплоносія на виході з випарника. Ця температура впливає не тільки на теплообмінні характеристики ґрунтового теплообмінника, але й на перепад тиску на компресорі теплового насоса та на його коефіцієнт перетворення.

Крім того, енергоефективність теплонасосних технологій в значній мірі визначається температурою робочого тіла в конденсаторі, яка в свою чергу залежить від обраної системи використання теплоти [3]. В даній роботі розглянуто роботу реверсивного чіллера з радіаторною системою опалення.

В даній роботі розглядається реверсивний чіллер «вода-вода» DYNACIAT [5], який працює в режимі теплового насоса. В якості низькотемпературного джерела обрано вертикальний ґрунтовий теплообмінник, методика розрахунку якого наведена в [6]. Системою використання теплоти є радіаторна система опалення.

Різниця температур теплоносія в ґрунтовому теплообміннику прийнята 2°C, а в конденсаторі 10°C, розрахункова теплова потужність системи опалення – 105 кВт, інтервал температур теплоносія на виході з конденсатора реверсивного чіллера – 55°C ... 40°C, а температур теплоносія на виході з випарника -8 ... 5°C, термін роботи системи – 15 років, теплоносій в ґрунтовому теплообміннику – розчин етиленгліколю.

Нами проведено порівняння результатів за техніко-економічним методом в грошових одиницях та за методом оцінки впливу життєвого циклу системи в методі Impact-2002+, в якому використовується екологічний показник – безрозмірна величина Eco-indicator point (Pt). Остання оцінка враховує вплив на навколишнє середовище всіх складових виробу протягом всього його життєвого циклу, вона реалізована в програмному комплексі Sima Prof[7].

Проведено співставлення витрат в економічних та екологічних показниках для різних температурних режимів роботи випарника реверсивного чіллера. При цьому враховані витрати на створення низькотемпературного ґрунтового теплообмінника та на електроенергію для роботи компресора чіллера [8].

Виявилось, що економічно доцільним діапазоном температури теплоносія на виході з випарника є -8°C – 0°C, а оцінка за екологічними критеріями дозволяє визначити 2°C як ефективну температуру розчину етиленгліколю на виході з випарника.

Слід зауважити, що для температури теплоносія 5°C є можливість використання очищеної води, а для менших температур – розчину етиленгліколю. Заповнення ґрунтових теплообмінників водою, за орієнтовними розрахунками, дозволить зменшити витрати на створення всієї системи на 1,0...1,5 млн. грн.

Аналіз отриманих результатів показав, що значна частка економічних витрат всієї системи припадає на розробку вертикальних ґрунтових теплообмінників. Натомість екологічні оцінки вказують на суттєвий вплив від виробництва електроенергії для компресора.

Таким чином, не дивлячись на близькі результати по ефективній температурі теплоносія на виході з випарника, слід звернути увагу на значну розбіжність у співвідношенні витрат на систему з тепловим насосом та ґрунтовими теплообмінниками, розрахованих за техніко-економічним методом та методом оцінки впливу життєвого циклу системи в екологічних показниках.

Такі розбіжності, на нашу думку, викликані, з одного боку, недостатнім розвитком технологій створення ґрунтових теплообмінників для теплонасосного обладнання, а з іншого, недостатніми витратами на подолання екологічних наслідків виробництва електроенергії на теплових електростанціях. Отже, оцінка ефективності систем за екологічними показниками є, на нашу думку, більш перспективною.

### Висновки

Під час виконання досліджень оцінений вплив температури теплоносія на виході з випарника реверсивного чіллера на енергетичну, економічну та екологічну ефективність обладнання, що дозволило виявити раціональні режими роботи реверсивних чіллерів з ґрунтовими теплообмінниками.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Про енергозбереження: Верховна Рада України; Закон від 01.07.1994 № 74/94-ВР [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/74/94-%D0%B2%D1%80>
2. Степанов Д. В. Акумулявання теплоти в схемі ефективної системи теплохолодопостачання / Д. В. Степанов, Н. Д. Степанова, О. А. Гайдейчук // Наукові праці ВНТУ. - 2015. - №2.
3. Європейська асоціація теплових насосів (EHPA). [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.ehpa.org/>
4. Степанов Д. В. Вибір ефективного джерела теплохолодопостачання житлової будівлі / Д. В. Степанов, Н. Д. Степанова, О. О. Гайдейчук // Сучасні технології, матеріали та конструкції в будівництві. – 2013. – № 1. – С. 149–152.
5. Технічні характеристики реверсивного чіллера DYNACIAT. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.ciat.com>
6. Сидорчук Б. П. Про задачу визначення передаточної функції ґрунтового теплообмінника / Б. П. Сидорчук // Вісник НУВГП. Технічні науки : зб. наук. праць. – Рівне : НУВГП, 2014. – Вип. 3(67). – С. 332-338.
7. Степанов Д.В. Порівняльна оцінка економічної та екологічної ефективності енергозбережних заходів // Сучасні технології в будівництві. – 2011. – № 1. – С.155-157.
8. Степанов Д.В. Ефективні режими роботи теплових насосів з ґрунтовими теплообмінниками / Д.В. Степанов, М. В. Обуховський // Матеріали міжнародної науково-технічної конференції «Інноваційні технології в будівництві». Вінниця, 2018. Режим доступу : <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/itb2018/paper/viewFile/6035/5026>

**Степанов Дмитро Вікторович**, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, [Stepanovdv@ukr.net](mailto:Stepanovdv@ukr.net)

**Обуховський Максим Васильович**, студент групи ТЕ-17мі, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, 380680426625maks@gmail.com

**Stepanov Dmitry**, candidate of technical Sciences, associate Professor, Department of power engineering, Vinnytsia national technical University, Vinnytsia, [Stepanovdv@ukr.net](mailto:Stepanovdv@ukr.net)

Obuhovsky Maksym V. – student of TE-17mi group, Faculty Building, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: 380680426625maks@gmail.com