

## КОМБІНОВАНІ СИСТЕМИ ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕПЛОНАСОСНИХ УСТАНОВОК

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*Розглянуто можливості комбінованих систем теплозабезпечення з використанням теплонасосних установок, що зменшить споживання традиційних енергоносіїв. Розглянуті теоретичні моделі роботи комбінованих теплонасосних систем за різних поєднань теплоносіїв. Підкреслено доцільність дослідження надійності теплонасосних установок при використанні різних джерел низькопотенційної енергії.*

**Ключові слова :** геотермальна енергетика, теплонасосна установка, сонячні колектори, тепла енергія, низькопотенційна енергія.

### *Abstract*

*Possibilities of combined heat supply systems with the use of heat pump installations, which will reduce the consumption of traditional energy sources, are considered. Theoretical models of operation of combined heat pump systems for different combinations of heat carriers are considered. The expediency of research of reliability of heat pump installations at use of various sources of low-potential energy is emphasized.*

**Keywords:** geothermal energy, heat pump installation, solar collectors, thermal energy, low-potential energy.

### **Вступ**

Розвиток енергетики передбачає використання відновлюваних джерел енергії. Суттєвий внесок у загальний енерговидобуток джерел енергії може внести геотермальна енергетика [1,2].

Теплонасосні установки є найбільш ефективною енергозберігаючою системою опалення та кондиціонування. В перспективі кількість опалювальних теплонасосних установок (ТНУ) для будівель зросте в десятки разів, а загальна потужність складе від 50 до 150 млн кВт. Значного поширення набувають ґрунтові ТНУ. В Австрії, Німеччині, Швейцарії, Швеції, Фінляндії частка теплонасосного обладнання в загальному опалювальному навантаженні складає 30-50 % [3,4].

Для України впровадження теплонасосних систем є важливою задачею енергозбереження. Енергетичний потенціал України оцінюється в 385 млн Гкал/рік, що є суттєвим джерелом низькопотенційної теплоти. На глибині 4 м впродовж всього року вона змінюється в межах 8-12 °С, що забезпечує енергоефективність роботи ТНУ. Найбільш ефективно ТНУ працюють з низькотемпературними системами опалення типу «тепла підлога», стіновим опаленням, високоефективними стальними панельними радіаторами. Ґрунтові ТНУ привертають увагу споживачів теплової енергії та потребують детального дослідження різних варіацій їх використання.

Пошук шляхів вдосконалення механізмів впровадження комбінованих систем теплозабезпечення з використанням теплонасосних установок є нагальною необхідністю.

Метою роботи є визначення перспектив застосування комбінованих систем теплозабезпечення з використанням теплонасосних установок та оцінка зменшення техногенного навантаження на природне середовище.

### **Результати дослідження**

Використання низькотемпературної теплоти теплонасосними установками (ТНУ) та сонячними колекторами в комбінованих системах теплозабезпечення дозволяє економити традиційні джерела енергоресурсів та зменшити техногенне навантаження на навколишнє середовище.

Результати досліджень свідчать, що джерелами низькопотенційної енергії ТНУ є теплота атмосферного повітря, поверхневих та підземних вод, ґрунту та теплота техногенного походження від вентиляційних викидів, енергетичного та технологічного обладнання, промислових та комунальних

побутових стоків. Найбільший економічний ефект може бути при комбінованому використанні різних джерел низькопотенційних джерел енергії в теплий та холодний періоди року.

Для об'єктивного обґрунтування енергетичної ефективності комбінованої системи теплозабезпечення з використанням ТНУ розглянуто схему теплових потоків (рис.1).

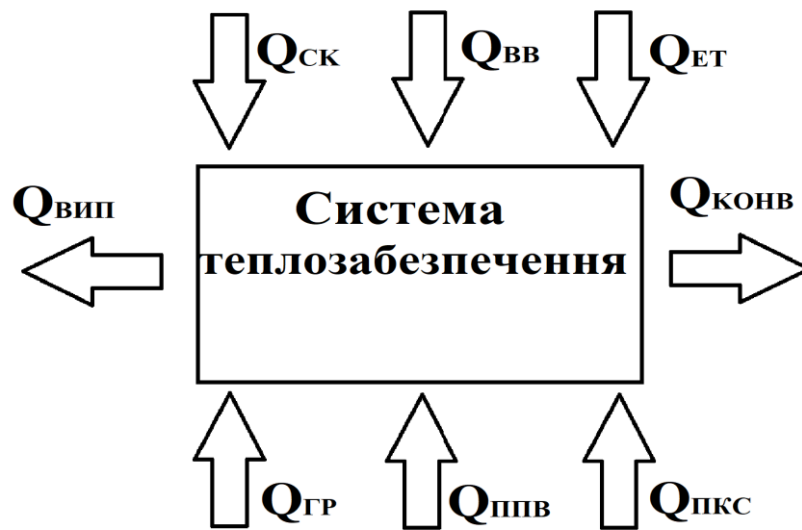


Рисунок 1. Схема теплових потоків в комбінованій системі тепло забезпечення

Математичний апарат, який дозволяє якісно описати тепловиділення різних джерел енергії, можна представити системою балансованих рівнянь[6].

Сумарні теплові втрати теплозабезпечення складають:

$$Q_{ТВ} = Q_{ВИП} + Q_{КОНВ}, \quad (1)$$

де  $Q_{ВИП}, Q_{КОНВ}$  - витрати теплоти за рахунок випромінювання та конвекції.

Сумарні теплові надходження до об'єкта теплозабезпечення складають:

$$Q_{ТН} = Q_{СК} + Q_{ВВ} + Q_{ЕТ} + Q_{ГР} + Q_{ППВ} + Q_{ПКС}, \quad (2)$$

де  $Q_{СК}$  – теплонадходження в систему теплозабезпечення від сонячного колектора, особливо в теплу пору року;

$Q_{ВВ}$  – теплонадходження від вентиляційних викидів, що отримані з використання рекуперативних теплообмінників;

$Q_{ЕТ}$  – теплонадходження техногенного походження від енергетичного та технологічного обладнання;

$Q_{ГР}, Q_{ППВ}, Q_{ПКС}$  – теплонадходження від ТНУ, що можуть отримувати від енергії ґрунту, поверхневих та підземних вод, промислових та комунальних скидів.

Розв'язання системи балансових рівнянь(1,2) теплових потоків в комбінованій системі теплозабезпечення дозволяє отримати розрахункові значення температури теплоносіїв від джерела енергії для системи теплозабезпечення, отримані значення і величини теплових потоків є підґрунтям для техніко-економічного обґрунтування при прийнятті рішень щодо вибраного джерела теплової енергії та необхідного технологічного устаткування[5,9].

Широке впровадження комбінованих систем теплозабезпечення з використанням теплонасосних установок потребує дослідження надійності прийнятих комбінацій джерел низькопотенційної енергії з врахуванням її кількісних та якісних параметрів.

### Висновки

Для підвищення енергоефективності будівель доцільно впроваджувати теплонасосні установки в системах теплозабезпечення. Для низькотемпературного режиму роботи теплонасосних установок системи тепlopостачання як джерело енергії є теплота ґрунту, поверхневих та підземних вод, та техногенних викидів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гершкович В. Ф. Ключ к полномасштабному энергосбережению в украинской коммунальной энергетике // Энергосбережение в зданиях. – 2015. – № 1. – с. 32-43.
2. Мацевитый Ю. М., Чиркин Н. Б., Богданович Л. С., Клепанда А. С. О рациональном использовании теплонасосных технологий в экономике Украины // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2007. – №3. – с. 20-31.
3. Zimny J. Heat pump market between 2000 and 2013: European background, current state and development prospects;/ J. Zimny, P. Michalak, K. Szczotka // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2015. -pp. 791–812.
4. Ратушняк Г.С. Енергозберігаючі відновлювальні джерела теплопостачання: навч. посіб./Г. С. Ратушняк, В. В. Джеджула, К. В. Анохіна – Вінниця: ВНТУ, 2010
5. Теплові насоси. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://tteh.com.ua/pub.php?id=15&lang=ukr>.
6. Навчальний посібник. Низькопотенційна енергетика. А.О.Редько, М.К. Безродний, М.В. Загорученко, О.Ф. Редько, Г.С. Ратушняк, М.Г.Хмельнюк. Харків 2016.
7. Мальований М. С. Світовий досвід, переваги та недоліки застосування теплових насосів у теплоенергетиці України / М. С. Мальований, О. Ю. Берлінг // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2012. – № 3 – С. 89–94.
8. Адаменко О. М. Альтернативні палива та інші нетрадиційні джерела енергії. Монографія./ О.М. Адаменко, В. А. Височанський, В. М. Лютко – Івано-Франківськ:ІМЕ, 2001. – 432с.
9. Безродний М. К. Оптимальна робота теплового насоса в низькотемпературних системах опалення з використанням теплоти ґрунту / М. К. Безродний, Н. О. Притула // Наукові вісті Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут". -2012.-№1.-С.7-12.

**Георгій Сергійович Ратушняк** — канд. техн. наук, професор кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email : [ratusnak@gmail.com](mailto:ratusnak@gmail.com)

**Дмитро Анатолійович Шпіта**— аспірант, кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця : [shpitadima@gmail.com](mailto:shpitadima@gmail.com)

**Heorhiy S. Ratushniak** — Ph.D., Professor of the Department of Engineering Systems in Construction,, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, [ratusnak@gmail.com](mailto:ratusnak@gmail.com)

**Dmitri A. Shpita**— postgraduate, Department of the Department of Engineering Systems in Construction,, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : [shpitadima@gmail.com](mailto:shpitadima@gmail.com)