

## ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕПЛООВОГО СТАНУ ПРИМІЩЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕПЛООВОГО НАСОСА

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*Розглянуто проблеми забезпечення теплового стану приміщення, виокремлено низьку енергетичну ефективність отримання теплової енергії та її високу собівартість. Запропоновано варіанти впровадження теплонасосних технологій у системи теплопостачання, проаналізовано економічний та екологічний ефект від реалізації, наведено приклади успішного залучення теплових насосів для теплопостачання.*

*Проаналізували галузь геотермальної енергетики в Україні та світі і визначили найбільш ефективну комбіновану систему опалення.*

**Ключові слова :** опалення, геотермальна енергетика, тепловий насос, термодинамічна ефективність, енергетичний ресурс.

### *Abstract*

*The problems of ensuring the thermal condition of the premises are considered, the low energy efficiency of thermal energy production and its high cost are singled out. Variants of introduction of heat pump technologies in heat supply systems are offered, the economic and ecological effect from realization is analyzed, examples of successful attraction of heat pumps for heat supply are given.*

*Analyzed the geothermal energy sector in Ukraine and the world and identified the most efficient combined heating system.*

**Keywords:** heating, geothermal energy, heat pump, thermodynamic efficiency, energy resource.

### **Вступ**

Використання альтернативних екологічно чистих джерел енергії може запобігти енергетичній кризі, що назріває в Україні. Поряд з пошуками і освоєнням традиційних джерел (газ, нафта), перспективним напрямком є використання енергії, що накопичується в водоймах, ґрунті, геотермальних джерелах, технологічних викидах (повітря, вода, стоки та ін.) Однак температура цих джерел досить низька (0-25 °С) і для ефективного їх використання необхідно здійснити перенесення цієї енергії на більш високий температурний рівень (50-100 °С). Реалізується таке перетворення тепловими насосами (ТН), які, по суті, є парокомпресійними холодильними машинами[1].

На сьогоднішній день тепловий насос (ТН) є найбільш ефективною енергозберігаючою системою опалення та кондиціонування. Теплові насоси набули широкого поширення в США, Канаді та країнах Європейського Союзу. ТН встановлюються в громадських будівлях, приватних будинках і на промислових об'єктах. Масштаби впровадження теплових насосів приголомшують: у США щорічно виробляється близько 1 млн теплових насосів. При будівництві нових громадських будівель використовуються виключно теплові насоси. Ця норма була закріплена Федеральним законодавством США. У Швеції 50% всього опалення забезпечують теплові насоси. У Стокгольмі 12% всього опалення міста забезпечується геотермальними тепловими насосами загальною потужністю 320 МВт, що використовують у якості джерела тепла Балтійське море з температурою +8°С. У Німеччині передбачена дотація держави на установку геотермальних теплових насосів у розмірі 400 євро за кожен кВт встановленої потужності[2,6].

### **Результати дослідження**

Одним із найбільш екологічних та найефективніших видів опалення є використання енергії землі, що міститься у ґрунті та воді. Оскільки температура ґрунту на певній глибині відносно постійна

протягом усього року та має позитивне значення, теплові насоси (ТН) типу «грунт-вода» працюють зі сталими високими показниками ефективності. За опалювальний сезон ґрунтові ТН можуть заощадити до 80% у порівнянні із традиційною системою опалення з газовим котлом, що є вигідною інвестицією на майбутнє.

Системи опалення, засновані на застосуванні теплового насоса, відрізняються екологічною чистотою, так як працюють без спалювання палива і не виробляють шкідливих викидів в атмосферу. Крім того, вони характеризуються економічністю: при підводі до теплового насоса, наприклад, 1 кВт електроенергії, залежно від режиму роботи та умов експлуатації він дає до 3-5 кВт теплової енергії. Серед переваг теплового насоса вказують зниження капітальних витрат за рахунок відсутності газових комунікацій, збільшення безпеки житла завдяки відсутності вибухонебезпечного газу, можливість одночасного отримання від однієї установки опалення, гарячого водопостачання та кондиціонування.

Системи опалення бувають моновалентні і бівалентні. Різниця між двома видами полягає в тому, що моновалентні системи мають одне джерело тепла, який повністю покриває річну потребу в опаленні. Бівалентні системи мають у своєму складі два джерела тепла для розширення діапазону робочих температур. Наприклад, тепловий насос працює до температури зовнішнього повітря  $-25^{\circ}\text{C}$ , а при подальшому зниженні температури на додаток до нього підключається газовий або рідкопаливний котел для компенсації зниження продуктивності теплового насоса.

Моноенергетичний режим передбачає покриття за допомогою теплового насоса до 80% річного навантаження на опалення, 20% – покриття пікових навантажень, відбуватиметься за допомогою додаткового електричного нагрівального елемента. Для побутової лінійки він зазвичай вже вмонтований у ТН.

Бівалентно-паралельний режим передбачає використання як додаткового джерела тепла окремого газового або електричного котла, який також розрахований для покриття лише пікових навантажень. Для зменшення частоти ввімкнення/вимкнення теплового насоса рекомендується під'єднати його до буферної ємності, в якому буде накопичуватись тепло, що використовуватиметься системою опалення. Об'єм буферного бака розраховується із співвідношення 10-15 л об'єму буферного бака на 1 кВт потужності теплового насоса.



У комбінації з бак-водонагрівачем теплові насоси «грунт-вода» працюють не лише на опалення, але й для приготування гарячої води. Для невеликої сім'ї на 2-3 людини є моделі теплових насосів (наприклад, теплові насоси Bosch Compress 6000 LWM) з уже вбудованим бак-водонагрівачем з об'ємом 180 л. При значно більшій потребі у гарячій воді можна звернутись до технічного рішення на базі, наприклад, Тепловий насос Bosch Compress 6000 LW та окремого бака-водонагрівача об'ємом від 300 до 500 л. Обов'язковою умовою при підборі бака-водонагрівача до ТН

є збільшена площа поверхні теплообмінника (зазвичай втричі), порівняно з теплообмінниками баків для підключення до традиційних джерел енергії. Саме тому існують окремі типи баків, розрахованих на нагрів гарячої води саме від теплових насосів.

Особливо перспективними наразі стають схеми спільного використання ґрунтових теплових насосів разом із сонячними тепловими панелями (геліоколекторами). Це дозволяє підвищити частку використання відновлюваної енергії з навколишнього природного середовища в загальному енергоспоживанні. Крім того існують моделі ТН, що надають можливість використовувати ТН з водяним теплоносієм для охолодження помешкання влітку, тобто в реверсному режимі.

## ВИСНОВКИ

Для сучасного економічного становища в Україні теплові насоси є найбільш привабливими, незважаючи на існуючі проблеми їх застосування. Додаткове комбінування теплових насосів з іншими низькопотенційними джерелами теплоти веде не тільки до підвищення ефективності роботи перших, але може давати економію капіталовкладень за використання останніх. Варіанти таких комбінацій залежать від призначення та розташування будівлі, але в більшості випадків вони присутні та завжди дають економічний ефект у довгостроковій перспективі.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Мацевитий 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.
2. Гершкович В. Ф. Ключ к полномасштабному энергосбережению в украинской коммунальной энергетике // Энергосбережение в зданиях. – 2015. – № 1. – с. 32-43.
3. Ратушняк Г. С. Моделювання надійності систем теплопостачання на основі лінгвістичної інформації. Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – Ратушняк Г. С., Левицький О., Ратушняк О.Г. Вінниця, УНІВЕРСУМ. - 2004. - С. 179-192.
4. Ратушняк Г.С. Энергозберігаючі 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. Васильев Г. П. Теплохладоснабжение зданий и сооружений с использованием низкопотенциальной тепловой энергии поверхностных слоев Земли: монография / Г. П. Васильев. – М: Издательский дом «Граница», 2006. –176 с., ил. С. 62 – 66.
9. Руководство по применению тепловых насосов с использованием вторичных энергетических ресурсов и нетрадиционных возобновляемых источников энергии. Москомархитектура. ГУП "НИИЦ", 2001
10. Амерханов Р. А. Гетротермальная энергия в системах теплоснабжения / Р. А. Амерханов // Промышленная теплотехника. – 2006. – Т. 28, № 2. – С.30-34.
11. 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)