

Г.Г. Леонтєв, канд. техн. наук, доцент,
НТУУ «Київський політехнічний інститут»

І.Ю. Семенюк, магістрант,
НТУУ «Київський політехнічний інститут»

ПРАКТИЧНЕ ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕПЛОНАСОСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В СИСТЕМІ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

Одним із пріоритетних напрямків теплоенергетичної галузі України є енергозбереження. Вичерпання викопних джерел енергії та, відповідно, невпинний ріст цін на енергоносії роблять енергозбереження актуальним не тільки для України, алей для всіх країн світу. Пошук та залучення нових альтернативних, відновлюваних джерел енергії є одним із рішень даної проблеми. Використання відновлюваних джерел не тільки дає можливість економії традиційних видів палив, але й зменшує викиди CO_2 в атмосферу.

Найбільш поширеними установками, що використовують відновлювані джерела енергії в світовій практиці є теплові насоси. Вони характеризуються високою енергоефективністю, екологічністю, безпечністю і надійністю. Сучасна ситуація з цінами на електричну енергію та природний газ в Україні чим далі, тим більше сприятиме зростанню рівня економічної конкурентноздатності теплових насосів порівняно з існуючими джерелами тепла на природному газі та слектричній енергії, що неминуче призведе до їх широкого впровадження у нашій країні слідом за іншими розвинутими країнами.

Принцип роботи теплового насосу (ТН) відомий давно. Він впливає з робіт Карно та опису циклу Карно, який був опублікований в його дисертації в 1824 р. Практичну теплонасосну систему запропонував Вільям Томсон (лорд Кельвін) ще у 1852 р. Вона була названа «помножувач тепла» і показувала, як можна холодильну машину ефективно використовувати для цілей опалення. Перші установки створювалися для опалення та гарячого водопостачання у Великобританії в 20-30-і роки ХХ століття. Розробками теплових насосів поступово стали займатися в багатьох країнах. Найбільших успіхів добилися швейцарці: з 1939 по 1945 р. було споруджено дев'ять відносно великих теплонасосних станцій, деякі з них успішно пропрацювали понад 30 років [1].

Проте найбільший розвиток ТНУ почався після енергетичної кризи в 70-х роках в результат різкого подорожчання нафти.

На сьогоднішній день в світі працює близько 200 млн. теплових насосів різної потужності – від декілька кіловат до сотень мегават. У США щорічно виробляється близько 1 млн. теплових насосів. У Швеції 70% тепла виробляється ТН [2]. Швеція перша серед розвинених країн

Заходу хоче піти на кардинальні заходи в енергетичній сфері, а саме – повністю відмовитись від нафтопродуктів, при цьому не будуючи нових атомних електростанцій. У Німеччині передбачена дотація у 200 євро за кожен кВт встановленої потужності теплових насосів. Згідно даним Міжнародного Енергетичного Агентства (IEA) до 2020 р. у розвинених країнах світу частка опалення й гарячого водопостачання за допомогою теплових насосів повинна скласти 75%.

Мала популярність застосування ТНУ в Україні пояснюється об'єктивними та суб'єктивними причинами. Серед них можна виділити:

1. Розвиток теплоенергетики шляхом теплофікації централізованого теплопостачання в роки СРСР;
2. Низька ціна на газ та інші види палива в минулі роки;
3. Відсутність ефективного вітчизняного обладнання для низькопотенціальних джерел енергії;
4. Відсутність державної підтримки розвитку при розробці теплонасосних систем.

Проте не дивлячись на ці фактори все-таки в Україні даний напрямок розвивається, хоч і невеликими темпами. В основному базуючись на ентузіазмі науковців.

Метою даної статті є аналіз існуючих теплонасосних установок для теплопостачання. На даний момент існують декілька систем теплопостачання будівель з використанням теплонасосної установки.

Одним із таких є демонстраційний об'єкт реалізований на базі системи теплопостачання вокзалу типової приміської залізничної станції Залютіно (м. Харків).

Джерелом тепла для ТНУ було вибрано тепло ґрунту. Цей вибір був зроблений при аналізі всіх можливих джерел. Атмосферне повітря було виключено з числа низькопотенційних джерел, внаслідок того, що зі зниженням температури навколишнього повітря, коли потрібно підвищена опалювальна потужність об'єкта, потужність теплового насоса знижується для розглянутих умов у 3-4 рази, що вимагає застосування додаткового джерела тепла. Велику частину робочого часу, на жаль, ця додаткова потужність не була б затребувана. Поверхневі, ґрунтові або скидні води технологічних установок та вентиляційні викиди, які при стабільній температурі теплоносія могли б забезпечити високу річну енергетичну ефективність системи, в даному випадку відсутні в достатній кількості для нормальної роботи системи. Тому в якості низькопотенційного джерела теплоти в проєкті використаний ґрунт [3].

В даному випадку акумульоване ґрунтом тепло забирають через горизонтально прокладені ґрунтові теплообмінники (Рис.1) (які також називаються ґрунтовими колекторами) на глибині 1,2-1,5 м.

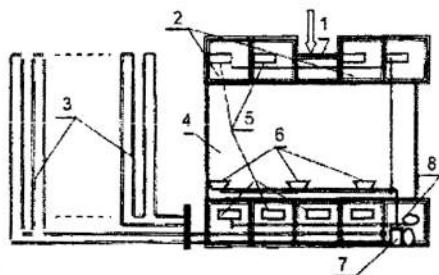


Рис. 1. Принципова схема елементів системи теплопостачання вокзалу:
 1 – вхід в приміщення; 2 – службове приміщення; 3 – ґрунтовий теплообмінник; 4 – пасажирський зал; 5 – фанкойли; 6 – повітря підігрівач;
 7 – тепловий насос; 8 – бак-накопичувач.

Раніше теплопостачання вокзалу забезпечувалось від котельні, обладнаної двома вугільними котлами сумарною встановленою потужністю близько 50 кВт. Гарячого водопостачання та кондиціонування приміщень в літній час не було передбачено.

Система опалення, що розглядається виконана за бивалентною моноенергетичною схемою. Номінальна потужність теплового насоса обрана 38,6 кВт, потужність електричного котла-підігрівача 12 кВт. Максимальна холодильна потужність системи кондиціонування 40 кВт. Гаряче водопостачання забезпечує до 300 літрів води з температурою 45-50°C, підготовленої та зберігається в спеціальному баці-акумуляторі ТНУ [3].

У літній період установка працювала в режимі кондиціонування і забезпечувала підігрів води для санітарно-технічних цілей круглий рік. За результатами експлуатації теплонасосної системи за опалювальний сезон 2006-2007 рр., загальні експлуатаційні витрати не перевищили 12 тис. грн., в той час як за опалювальний сезон 2005-2006 років при використанні котельні вони були більше 60 тис. грн. Тобто за перший рік експлуатаційні витрати тільки на опалення приміщень вокзалу були зниженні майже в 4 рази.

Ще одним об'єктом є офісна будівля спроектована Центром енергозбереження КиївЗНДІЕП, введена в експлуатацію в 1999 році [4]. В якості джерела тепла служить тепловий насос «повітря-вода», що встановлений на верхньому технічному поверсі. Основне джерело тепла для системи опалення – це зовнішнє повітря. Тепловий насос встановлено під покрівлю будинку в технічному приміщенні. Для більш надійної роботи теплового насоса було передбачене використання додаткового джерела тепла – витяжного повітря. Принципова схема системи опалення, вентиляції та кондиціонування повітря будинку представлена на Рис.2.

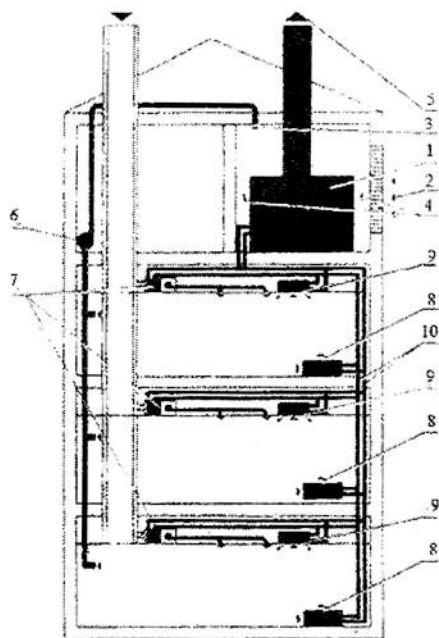


Рис. 2. Принципова схема системи опалення, вентиляції та кондиціювання повітря:

- 1 – тепловий насос «повітря-вода»; 2 – зовнішнє повітря; 3 – витяжне повітря; 4 – змішане повітря; 5 – викиди відпрацьованого повітря; 6 – витяжний вентилятор; 7 – припливна установка; 8 – неавтономний кондиціонер касетного типу; 9 – неавтономний кондиціонер підлоговий; 10 – трубопроводи тепло- і холодопостачання.

Приміщення обігріваються неавтономними кондиціонерами. У приміщеннях великого об'єму встановлені стельові кондиціонери касетного типу, а в інших кімнатах стоять підлогові кондиціонери. На випадок дуже сильних морозів в кожному кімнатному кондиціонері є теплоелектронагрівачі. У літній час система забезпечує кондиціювання приміщень.

Енергетичні показники роботи теплового насоса наведені на рис.3 і рис.4.

Застосування теплонасосного опалення є доцільнішим, тому що воно є дешевше, ніж теплопостачання від місцевої котельні і від теплової мережі по капітальним затратам і потребує менше палива.

Експлуатація системи кондиціювання демонструє її ефективність і високий рівень комфорту.

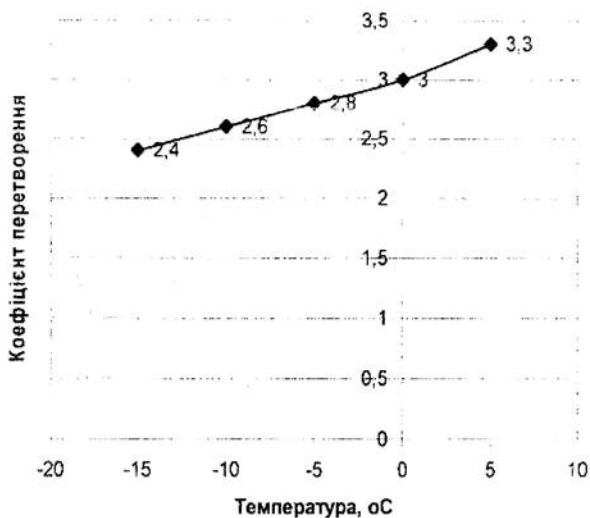


Рис. 3. Залежність коефіцієнта перетворення ПН від зовнішньої температури

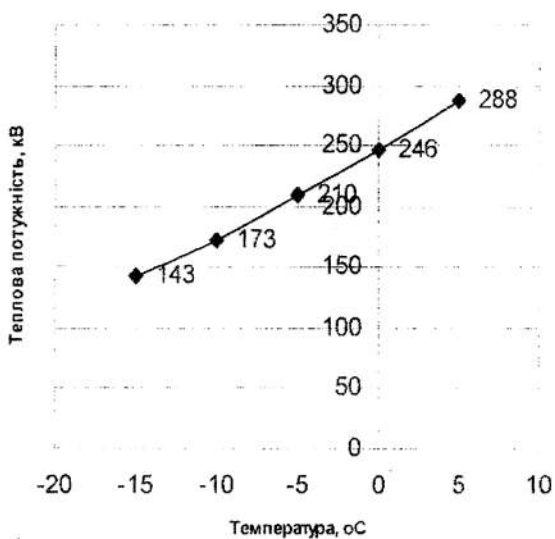


Рис. 4. Залежність теплової потужності від зовнішньої температури

Наступний об'єкт аналізу – будівля пансіонату "Дружба" в м. Ялті [5]. Цей проект був реалізований з використання низкопотенційної теплоти Чорного моря для опалення пансіонату. Відомо, що температура морської води в зимовий час у берегів Ялти складає $+(8 \dots 9)^\circ\text{C}$. Для перетворення низької потенціалу морської води і доведення теплоносія до температур, придатних для опалювальної системи пансіонату, були використані серійні фреонові водоохолоджувальні холодильні установки, переведені в теплонасосний режим з доведенням температури конденсації до $+70^\circ\text{C}$. Теплова енергія від конденсаторів використовувалася в системах теплозабезпечення пансіонату для опалення будинку, а також для нагріву води системи ГВП і нагрівання морської води лікувально-плавального басейну.

У літній час у випарники замість морської води подавалася прісна вода з баків - акумуляторів і використовувалася як холодоносія при температурі $+10^\circ\text{C}$ в системі кондиціонування повітря в пансіонаті, а в конденсаторах нагрівалася гаряча вода до температури $+55^\circ\text{C}$ для системи гарячого водопостачання.

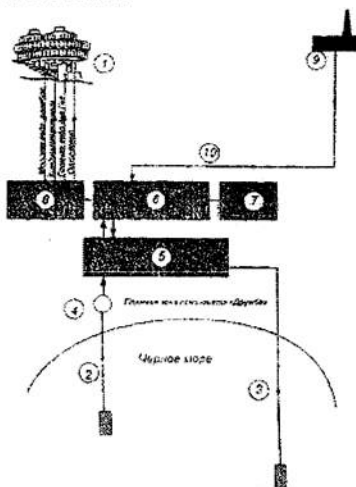


Рис. 5. Структурна схема і план розташування енергетичної споруди пансіонату «Дружба»;

- 1 – будівля пансіонату "Дружба"; 2 – глибоководний морводозабір;
- 3 – глибоководний морводовипуск; 4 – водопримальний колодязь;
- 5 – насосно-фільтрувальна станція; 6 – теплонасосна станція;
- 7 – трансформаторна підстанція; 8 – бачно-акумуляторне відділення;
- 9 – резервна паливна котельня; 10 – теплотраса котельні

Коефіцієнт перетворення ТНУ рівний 3,5 ... 4, що дозволило щорічно заощаджувати до 700 т умовного палива в порівнянні з котельнею на рідкому паливі.

Висновки

Як видно з наведених прикладів застосування теплових насосів дозволяє зменшити витрати палива на одиницю виробленої теплоти в порівнянні з котельнями від 20-50%.

Перераховані переваги застосування ТН ще не означають повну заміну ними традиційних способів виробництва тепла для об'єктів комунальної енергетики. Важливим є визначення джерела тепла теплового насоса за рахунок детального аналізу наявних джерел і вибору оптимального для конкретного випадку. В кожному випадку на основі техніко-економічних розрахунків потрібно визначити доцільність впровадження і термін окупності конкретного типу ТНУ в якості джерела теплоти для конкретного споживача. Не професійний підхід до вибору теплонасосного обладнання може призвести до неефективної роботи установки та великих термінів окупності цього обладнання.

При розробці системи необхідно аналізувати об'єкт як єдине ціле. Необхідно враховувати особливості забудови - її енергозабезпеченість, технічні умови на підключення до місцевих джерел енергопостачання та місцеві тарифи, а також кліматичні особливості. Як правило, в об'єкті повинні бути застосовані всі можливі традиційні методи енергозбереження - енергозберігаюча архітектура, високоефективні огорожі і т. п.

Список літератури

1. Рей Д., Макмайкл Д. Тепловые насосы. - М: Энергоиздат, 1982. - 217 с.
2. Попов А.В. Новейшие возможности использования тепловых насосов // Промышленная энергетика, 2010. №4, С.46-50
3. Мацевитый Ю.М., Остапчук В.Н., Богданович Л.С., Клепанда А.С. Альтернативная система теплоснабжения на базе теплового насоса с грунтовым теплообменником // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит, 2007. №8, С. 9-17.
4. Герикович В.Ф. Опыт применения в Кисве теплового насоса «воздух – вода» для отопления офисного здания // Новости теплоснабжения, 2001, №11, С. 38-41.
5. Курдюмова К.А., Куратенко А.П. Внедрение энергосберегающей технологии использования низкопотенциальной теплоты Черного моря для отопления пансионата «Дружба» в г. Ялта // Пром. теплотехника, 2006. Т.28, №2, С.119-124.
6. Снежкин Ю.Ф., Шаврин В.С., Чалаев Д.М., Шапарь Р.А. Применение теплонасосных технологий в энергетике // Экотехнологии и ресурсосбережение, 2008, №3.