

# Вирішення проблем теплопостачання з застосуванням відновлювальних джерел енергії

Лантух Н. М.  
ТОВ «Теплосервіс», м. Київ

Агєєва Г. М.  
«НДПроектреконструкція», м. Київ

Щербатий В. С.  
ТОВ «Технології третього тисячоліття», м. Київ

---

*Висвітлено питання, пов'язані з розширенням масштабів використання енергії сонця в житлово-комунальному господарстві населених пунктів України. Наведено основні принципи роботи комбінованої системи сонячно-електричного теплопостачання, а також результати впровадження системи на об'єкті, який розташований у Київській області.*

В наявний час як вчених, інженерів-теплоенергетиків, практиків (проектувальників, монтажників, експлуатаційників), так і пересічних громадян цікавлять питання енергозбереження, які стають для країни ключовими. Враховуючи останнє різке підвищення цін на комунальні послуги в Україні, багато хто розуміє, що від ціни на газ та нафту залежить особистий добробут та добробут суспільства в цілому. Актуальність та злободенність проблеми ефективного використання енергоресурсів не викликає сумливу.

В умовах, коли в ряді населених пунктів зруйнована система централізованого теплопостачання, її відновлення часто економічно недоцільно

та необґрунтовано. Відновлення котелень, а особливо теплових мереж при відсутності системи надійної експлуатації теплових мереж упродовж декількох років потребує значних та економічно необґрунтованих капітальних вкладень.

При наявності в Україні значної кількості атомних електростанцій значно зросла встановлена потужність енергетичного обладнання, яке працює у базисному режимі, що при значній добовій нерівномірності електроспоживання визиває необхідність впровадження низки заходів щодо забезпечення сталого режиму електроенергетичної системи. В зв'язку з цим зростає актуальність розроблення систем теплоакумуляційного електротеплопостачання, які акумулюють енергію в години провалів у графіках електричних навантажень.

Законом України «Про енергозбереження» [1] визначено заходи щодо забезпечення та стимулювання енергозбереження, взаємна економічна відповідальність постачальників та споживачів паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР), економічні санкції за марнотратне їх витрачання, а також шляхи фінансування заходів щодо економії та **раціонального використання ПЕР**.

Серед першочергових завдань енергозбереження головне місце займає впровадження систем теплопостачання з застосуванням відновлювальних джерел енергії. Ще кілька років назад завдяки низьким цінам на енергоресурси не було необхідності скорочувати витрати енергоносіїв, але сьогодні марнотратність у цьому питанні дуже впливає на затрати і змушує задуматися про ефективне використання енергоресурсів [2, 3].

Створення ефективної системи сонячно-електричного теплопостачання має складний багатофакторний характер та несе за собою навантаження на усі різноманітні форми та напрямки застосування енергії.

Для ефективного використання енергетичного обладнання та скорочення обсягів витрат ПЕР розробка та впровадження комбінованих сонячно-електричних акумуляційних систем теплопостачання є дуже актуальними та перспективними заходами [4-12].

На сьогодні відомо багато варіантів організації впровадження сонячно-електричного теплопостачання. Один з них – використання електроенергії в години провалення навантажень на енергосистему, а також застосування пільгової оплати в тарифах в нічні години (для м.Києва вона виглядає так: «пікова» зона – 0,65 грн, «напівпікова» – 0,37 грн, «нічна» – 0,09 грн.). Така схема дозволяє знизити вартість впровадження системи, а також витрати конкретного споживача на її експлуатацію.

В Уряді України також є розуміння, що електроопалення економічно вигідне та екологічно [3]. Найрозсудливіші споживачі – фізичні та юридичні особи – розуміють, що система з низьким енергоспоживанням та дешевим обслуговуванням – це вдале розміщення капіталу [11].

Впровадження в Україні систем цілорічного децентралізованого комбінованого сонячного теплопостачання будівель та споруд дозволить вирішити наступні завдання:

- поліпшує роботу енергосистеми в нічному провалі навантажень енергосистеми за рахунок використання електричної енергії в нічні години для потреб теплопостачання;
- покриття 20 – 50% дефіциту палива за рахунок впровадження відновлювальних джерел енергії (теплові насоси та сонячні колектори);
- скорочення споживання палива на 30 – 40% за рахунок впровадження високоефективних автономних джерел теплопостачання;
- скорочення капітальних затрат на відновлення теплопостачання об'єкта більш, ніж у 2 рази (відпадає необхідність відновлення мереж теплопостачання).

Розглянемо результати вирішення проблеми теплопостачання з застосуванням відновлювальних джерел енергії на прикладі об'єкта, який складається з кількох будівель площею 250 м<sup>2</sup>, розташованого у Київській області.

*Спочатку зробимо наголос на тому, що відмінність пропонованої системи полягає в додаванні ефективності використання трьох взаємопов'язаних джерел теплопостачання: геліосистема, електрокотел та тепловий насос.*

Основними мотивами ініціювання такого проекту були:

- зростання цін на енергоресурси;
- дефіцит теплогенеруючих потужностей та недостатня якість послуг з теплопостачання;
- нерентабельне використання теплової енергії.

Слід відмітити, що реалізація проекту внаслідок скорочення споживання тепла в будівлях і відповідного зменшення використання палива теплогенеруючими потужностями, а головне – впровадженням відновлювальних джерел енергії (геліосистем та теплових насосів) матиме позитивний вплив на навколишнє середовище завдяки зменшенню викидів шкідливих речовин в атмосферу

Другою особливістю проекту є комбінування двох джерел електроакумуляційного теплопостачання – теплового насоса та електрокотла.

Для даного об'єкту електрокотел є складовою системи теплопостачання та використовується як друга ступінь теплового насосу (ТНУ) – тобто потужності ТНУ недостатньо, а включається за таймером тільки в години дії зони «нічний» тариф.

Комбінована сонячно-електрична система теплопостачання (КСЕС) призначена для забезпечення садиби опаленням, гарячим водопостачанням, охолодженням та підігрівом води в басейні (таблиця 1).

Таблиця 1. Розрахункові навантаження на КСЕС

| № п/п | Вид навантаження           | Один. виміру | Кількість |
|-------|----------------------------|--------------|-----------|
| 1     | На опалення                | кВт          | 22        |
| 2     | На ГВП                     | кВт          | 5         |
| 3     | На охолодження             | кВт          | 18        |
| 4     | На підігрів води в басейні | кВт          | 10        |

### Технічне рішення системи теплопостачання

Електрокотел, тепловий насос та комбінований буфер-накопичувач встановлюються в теплопункті будівлі, сонячні колектори (геліосистема) – на покрівлі. Площа геліосистеми залежить від навантажень на потреби ГВП та підігрів басейну, кліматичних даних та місце розташування об'єкту.

За результатами розрахунків прийнято наступне базове обладнання:

- сонячний колектор – 6 шт;
- буфер-накопичувач ємністю 1500 л – 1 шт.;
- тепловий насос потужністю 18кВт – 1 шт.;
- електрокотел потужністю 18кВт – 1шт.

Стисла технічна характеристика сонячних колекторів, які задіяні в системі:

- коефіцієнт корисної дії – 84%,
- коефіцієнт теплових втрат  $K_1 = 3,36 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ ;  $K_2=0,013 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ ,
- теплоємність колектора – 6,4 кДж/м<sup>2</sup>К,
- маса колектора – 60 кг,
- об'єм теплоносія – 2,2 л.

При інтенсивності сонячної радіації 1000 Вт та при відсутності відбору теплоносія температура сонячного колектора дорівнює 211<sup>0</sup>С.

Головний компонент сонячного колектора – мідний поглинач з геліотитановим покриттям – забезпечує високий рівень поглинання сонячної

енергії та характеризується незначним рівнем теплових втрат. На поглиначі встановлена мідна трубка, через яку протікає теплоносій. Останній через мідну трубку відбирає тепло від поглинача, який захищений корпусом колектора (з підсиленою теплоізоляцією). Тим самим забезпечуються мінімальні втрати тепла колектора. Колектор вкрито геліосклом з низьким складом заліза, що дозволяє зменшити втрати тепла в навколишнє середовище.

Розрахунок запропонованої КСЕС проведено з урахуванням:

а) технічних характеристик:

- сонячних колекторів,
- електричного котла,
- ТНУ типу «розсіл/вода»,
- системи автоматизації (контролери в комплекті з датчиками температури та пусковим обладнанням, які контролюють параметри та керують роботою котла, ТНУ та сонячними колекторами):

б) інтенсивності сонячної радіації для району будівництва ( $\varphi = 50^{\circ}$  північної широти, кліматичні умови м.Києва);

в) орієнтації сонячних колекторів;

г) сезонності використання колекторів.

КСЕС функціонує в автоматичному режимі та після налагодження не потребує втручання в її роботу.

Враховуючи те, що наявна система теплоспоживання має 3 режими експлуатації – накопичення теплової енергії, робочий режим, «економічний» режими теплоспоживання, з метою зниження споживання енергоносіїв, по заданому на контролері алгоритму, побудовані режими накопичування та витрати теплової енергії на потреби опалення та ГВП.

Слід зауважити, що паралельний режим роботи ТНУ та котла слугує для підвищення потужності та обмежений максимальною температурою в подавальному трубопроводі системи опалення, яка дорівнює  $55^{\circ}\text{C}$ .

### **Технологічна схема теплохолододопостачання**

За результатами розрахунків системи тепло- та холодоспоживання прийнята наступна схема КСЕС (рисунок).

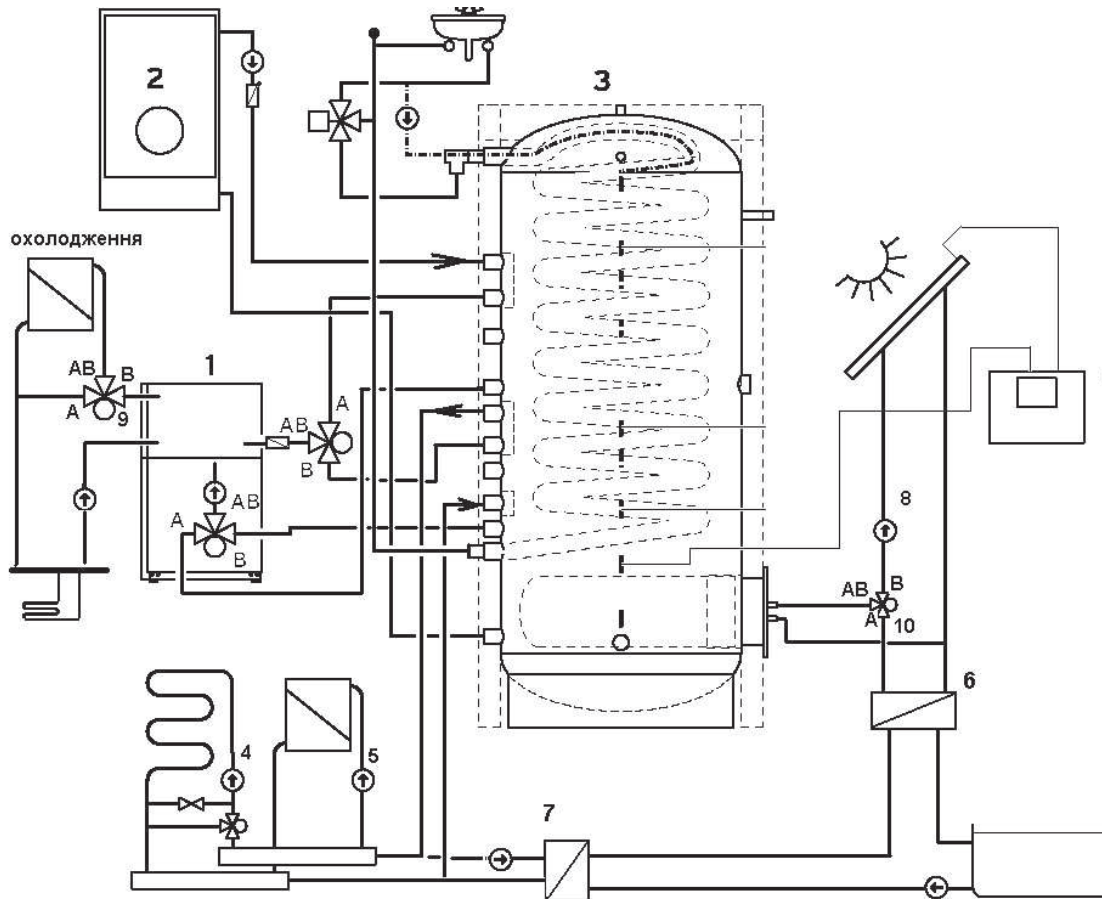


Рисунок. Принципова технологічна схема КЕС

Ця система функціонує наступним чином.

**Накопичення тепла в Буфері-накопичувачі (БН)** відбувається від 3-х джерел тепlopостачання: геліосистеми, теплового насосу та котла.

Теплова енергія в БН (3) накопичується за допомогою сонячної енергії. Якщо різниця температур, яка реєструється датчиком температури сонячного колектора та датчиком температури, розташованим в нижній частині БН (3), перевищує встановлену на контролері температуру, то включається циркуляційний насос геліоконтур (8) – відбувається накопичення тепла в БН (3). Відключення геліосистеми відбувається при досягненні температури, яка вимірюється датчиком температури БН (3), з встановленим на контролері значенням.

Тепловий насос (ТНУ) (1) вступає в роботу, коли температура, яка вимірюється датчиком температури БН(3), буде нижче встановленої на контролері. Відключення ТНУ (1) при досягненні температури, яка вимірюється датчиком температури БН (3), з вище встановленою на контролері. Тепловий насос (ТНУ) (1) включається по таймеру в години «провалення» в тарифах – це «напівпікова» та «нічна» зони.

Котел (2) вступає в роботу за таймером в години «провалів» в тарифах на електроенергію, *тільки в «нічній» зоні*, у випадку, коли температура, яка вимірюється верхнім датчиком температури БН(3) нижче встановленої на контролері, при цьому вступає в роботу тепловий насос (1). Якщо через відрізок часу, виставленого на контролері, коли температура, яка вимірюється верхнім датчиком температури БН(3), не досягне заданої, вступає в роботу електрокотел – відбувається акумулювання теплової енергії в нічні години.

Відключення котла (2) відбувається, коли температура, яка вимірюється датчиком температури БН (3) досягне встановленої контролером температури.

У випадку, коли температура, яка вимірюється верхнім датчиком БН (3), з вище заданим на контролері значення температури (нагрів БН (3) сонячною установкою не буде достатнім), то ні ТНУ(1), ні котел (2) не вступають в роботу. В цьому випадку система теплоспоживання забезпечується теплом від БН (3).

### **Система опалення**

Відбір тепла, при необхідності, відбувається від БН (3). При цьому включаються насоси (4, 5). На опалювальні прилади тепло поступає від БН (3). Регулювання температури теплоносія в системі опалення відбувається централізовано (погодозалежне регулювання), та місцеве (на опалювальних приладах). Якщо температура в БН (3) вища, чим необхідно в системі опалення, то шляхом підмішування теплоносія із зворотного трубопроводу системи опалення, підтримується необхідна температура на опалювальних приладах.

### **Гаряче водопостачання**

Відбір тепла для потреб ГВП відбувається від БН (3). Температура в контурі ГВП в міжопалювальний період забезпечується геліосистемою та ТНУ (1), а в опалювальний – геліосистемою, котлом (2) та ТНУ (1).

### **Охолодження приміщень**

Влітку охолодження приміщень будівлі відбувається шляхом використання функції теплового насосу «*natural cooling*», шляхом безпосереднього використання ґрунта з температурою 8 -12<sup>0</sup>С в якості джерела «натурального охолодження» приміщень, не вмикаючи компресор ТНУ (1). При цьому вмикаються насос первинного контуру, а 3-ходовий клапан з електроприводом (9) встановлюється в положення «АВ – В». При умові, що холода із свердловин недостатньо (нештатні кліматичні та експлуатаційні ситуації системи охолодження), вмикається компресор ТНУ (1), і розсіл із свердловин додатково охолоджується ТНУ (1).

## Нагрів води для плавального басейну

Відбір тепла для потреб басейну відбувається від геліосистеми тоді, коли геліосистема нагріла воду на потреби ГВП. При цьому 3-ходовий клапан з електроприводом (10) встановлюється в положення «А – В». Відбір тепла від геліосистеми відбувається від швидкісного теплообмінника (6) при включенні насосу контура басейну.

При недостатній інтенсивності сонячної радіації для потреб басейну, басейн догрівається від БН (3). Відбір тепла від БН (3) відбувається від швидкісного теплообмінника (7) при включенні насосу контура басейну.

### Висновки

1. Реалізація даного проекту не є одиничним прикладом застосування відновлювальних джерел енергії для вирішення проблем теплопостачання у приватному житловому секторі України [4-7]. Практика будівництва, реконструкції та модернізації будівель та споруд останнього десятиріччя свідчить про те, що коло споживачів геліоустановок постійно зростає, поширюються сегменти ринку холодильного та опалювального обладнання, яке працює на енергії з відновлювальних джерел [8-11].
2. Розроблення та впровадження ефективних схем політичної, наукової та технічної підтримки енергозбереження у житлово-комунальному господарстві є життєво необхідним кроком для забезпечення сталого розвитку населених пунктів України [12].

### Перелік посилань

1. **Україна. Закон** 1.07.1994 №74/94-ВР Про енергозбереження
2. **Україна. Закон** 2.06.2005 №2633-ІУ Про теплопостачання
3. **Україна. Кабінет Міністрів. Розпорядження** 28.09.2006 №502-р Про переведення населених пунктів на опалення електроенергією
4. **Лантух, Н. М.** «Сонячна садиба» [Текст]/ Г.І.Онищук, Г.М.Агеєва, В.С.Щербатий// Міське господарство. – 2005. – №12. – С.16-17.
5. **Лантух, Н. М.** Позитивний досвід використання геліосистем в житловому фонді України [Текст]/ Лантух Н.М., Онищук Г.І., Агеєва Г.М., Щербатий В.С.//Реконструкція житла. – Вип.6. – 2005. – С.304-311.
6. **Страшко, В. В.** Некоторые аспекты реконструкции жилья с использованием геопрофиля ТЕПС [Текст]/ В.В. Страшко// Реконструкція житла. – Вип.7. – 2006. – С.195-201.



7. **Лантух, Н. Н.** Комбинированная солнечно-электрическая система теплоснабжения [Текст] / В.С.Щербатый, Г.Н.Агеева // Сантехніка. Опалення. Кондиціювання (С.О.К.). – 2006. – №8. – С.20-23.
8. **Рогатті, В.** Сонячні комбіновані установки [Текст] /В.Рогатті// Монтаж + Технології (М+Т). – 2007. №8. – С.42-44.
9. **Єніг, Д.** Простий монтаж геліоустановок [Текст] / Д.Єніг, Ш.Ісакссон, Е.Штрайхер, Г.Дрюк // Монтаж+Технології (М+Т). – 2007. – №8. – С.52-55.
10. **Вельбовець, Ю.** Теплові насоси в Україні [Текст] /Ю.Вельбовець // Монтаж + Технології (М+Т). – 2007. – №8. – С.48-50.
11. **План дій з упровадження геліотермічних технологій** (за матеріалами *ESTIF*) [Текст] // Монтаж+Технології (М+Т). – 2007. – №8. – С.30-39.
12. **Методичні рекомендації з обґрунтування техніко-економічної доцільності застосування альтернативних джерел енергії на об'єктах житлово-громадського будівництва** [Текст]/ Схвал. НТР Держбуду України 10.02.2005 р.

Отримано 10.03.08