

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ КОМБІНОВАНИХ ГЕЛІОСИСТЕМ ДЛЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ БУДІВЕЛЬ

Національний університет «Львівська політехніка», Україна

Проаналізовано сучасний стан впровадження відновлювальних джерел енергії у системи теплопостачання. Показано, що використання комбінованого геліоколектора у системах сонячного теплопостачання дозволяє підвищити їх ефективність та спростити конструкцію. Отримано графічні залежності зміни ефективності комбінованого геліоколектора впродовж експерименту. Досліджено зміну ККД комбінованого геліоколектора та зміну температури теплоносія від часу опромінення.

Вступ. Інтенсивне використання традиційних джерел енергії призвело до появи ряду екологічних проблем, найбільш гострими з яких є: збільшення викидів в атмосферу вуглекислого газу і зменшення товщини озонового шару. За останні 100 років концентрація вуглекислого газу в атмосфері Землі збільшилась на 13 %. Тому необхідно приділити особливу увагу пошуку таких джерел тепла, ресурс яких був би невичерпний і легко доступний. Використання відновлювальних джерел енергії, таких як сонячна енергія дає значні можливості отримання теплової енергії, яка може бути успішно використана для забезпечення різних побутових і технологічних потреб. Впровадження систем сонячного теплопостачання покращує екологічну ситуацію за рахунок зниження об'ємів викидів забруднюючих речовин, зокрема продуктів згоряння традиційних видів енергії.

Постановка проблеми. Системи сонячного теплопостачання із звичайними сонячними колекторами мають високу вартість та складну конструкцію. Крім того плоска поверхня прямокутної форми великого розміру призводить до труднощів архітектурної та технологічної прив'язки необхідної кількості сонячних колекторів на спорудах. Також істотною вадою цих колекторів є висока трудомісткість виготовлення і недостатня ефективність перетворення сонячної енергії в теплову внаслідок втрат тепла. Конструктивне поєднання сонячного колектора та огорожуючої конструкції будівлі дозволить максимально здешевити вартість сонячної системи теплопостачання, підвищить її енергоефективність та спростить конструкцію. Тому, на сьогоднішній день важливим є дослідження ефективності комбінованого геліоколектора в системі сонячного теплопостачання.

Основний матеріал. Дослідження проводились на установці, яка складалася із комбінованого геліоколектора, бака-акумулятора, джерела випромінювання та вимірювальних приладів. Схема експериментальної установки зображена на рис. 1.

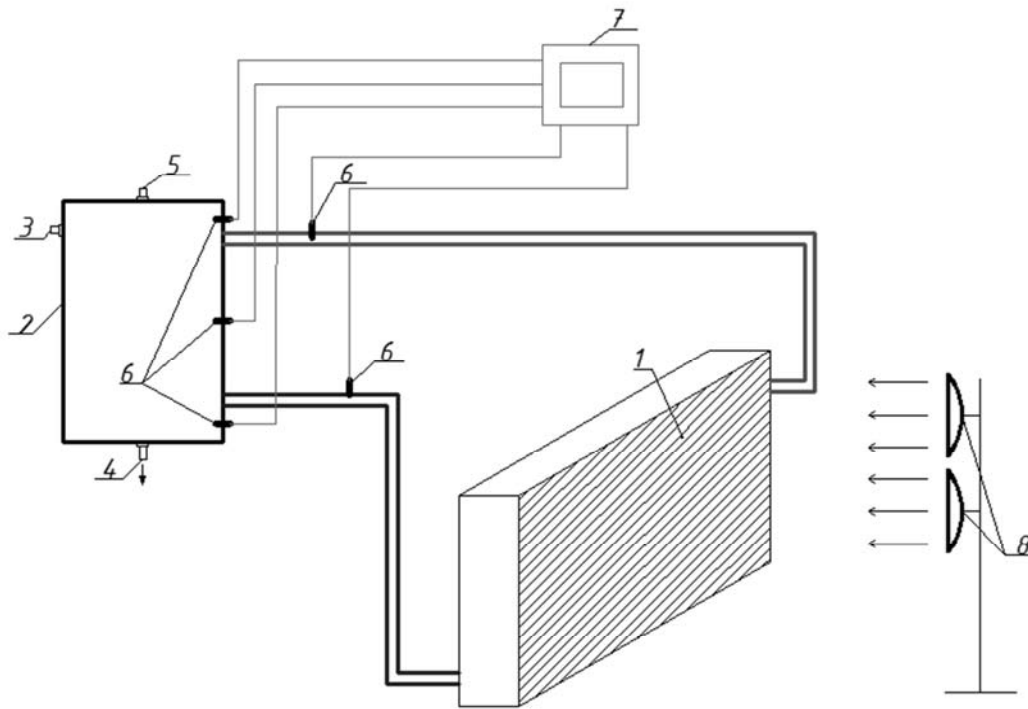


Рис. 1. Схема експериментальної установки:

- 1 – комбінований геліоколектор; 2 – бак-акумулятор; 3 – патрубок відбору теплоносія;
 4 – патрубок зливу теплоносія; 5 – повітровипускний клапан;
 6 – термометри; 7 – дисплей; 8 – джерело випромінювання.

Сонячне проміння попадає на комбінований геліоколектор 1. При цьому відбувається його нагрівання. Тепло передається трубкам контуру циркуляції. Нагрітий теплоносій через подаючий трубопровід подається у бак-акумулятор гарячої води 2. Нагріта вода через патрубок 3 подається споживачу. Охолоджений теплоносій по зворотньому трубопроводу повертається у комбінований геліоколектор 1, і нагрівається. Теплоізоляційний шар забезпечує зменшення тепловтрат. Розміщення шару тепловідбиваючого матеріалу дає можливість збільшити ефективність використання сонячного випромінювання, частина якого пройшла повз трубки контуру циркуляції. Він відбиває сонячне випромінювання назад на трубки для теплоносія, в результаті чого поглинається практично все сонячне випромінювання яке потрапляє на комбінований геліоколектор.

Інтенсивність потоку енергії, що випромінювало джерело вимірювалась актинометром. Температура теплоносія вимірювалась у трьох точках системи (на виході з комбінованого геліоколектора, на вході в комбінований геліоколектор та в баці-акумуляторі) ртутними термометрами. Температура зовнішнього повітря та його швидкість вимірювалась термоелектроанемометром TESTO 405 – V1. Витрата теплоносія вимірювалась ротаметром.

Здійснювався контроль за тим, щоб на проведення експерименту не впливали інші фактори (сонячна енергія через вікно, гладкі поверхні, затінення сонячного колектора, тощо).

Кожного разу перед початком експерименту система заповнювалась свіжою порцією води. Видалялось повітря із системи. Перевірялась герметичність системи при робочому тиску. Перевірялась справність вимірювальних приладів.

Представлені результати експериментальних досліджень комбінованого геліоколектора в системі сонячного теплопостачання при діаметрі трубок контуру циркуляції $d = 10$ мм, відстані між трубками контуру циркуляції $l = 20$ мм.

Важливим є аналіз зміни коефіцієнту корисної дії комбінованого геліоколектора впродовж експерименту.

Коефіцієнт корисної дії системи сонячного теплопостачання $\eta_{\text{сст}}$ за накопичено кількістю енергії визначалась за формулою:

$$\eta_{\text{сст}} = \frac{Q_{\text{накоп}}}{Q_{\text{пром}}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

де $Q_{\text{накоп}}$ – кількість тепла, що накопичив бак-акумулятор за час ΔT , с, визначалась експериментально.

$$Q_{\text{накоп}} = c \cdot m \cdot (t_{\text{ср}} - t_n), \quad (2)$$

де $t_{\text{ср}}$, t_n – відповідно середня температура теплоносія в бакові-акумуляторі та початкова температура теплоносія, К.

$$Q_{\text{пром}} = F_2 \cdot I_g \cdot \Delta T, \quad (3)$$

де F_2 – площа геліостіни, м^2 ; I_g – інтенсивність випромінювання джерела на поверхню геліостіни, $\text{Вт}/\text{м}^2$; ΔT – проміжок часу, с.

Кількість тепла, що накопичив бак-акумулятор $Q_{\text{накоп}}$ за час ΔT зображено на рис. 2.

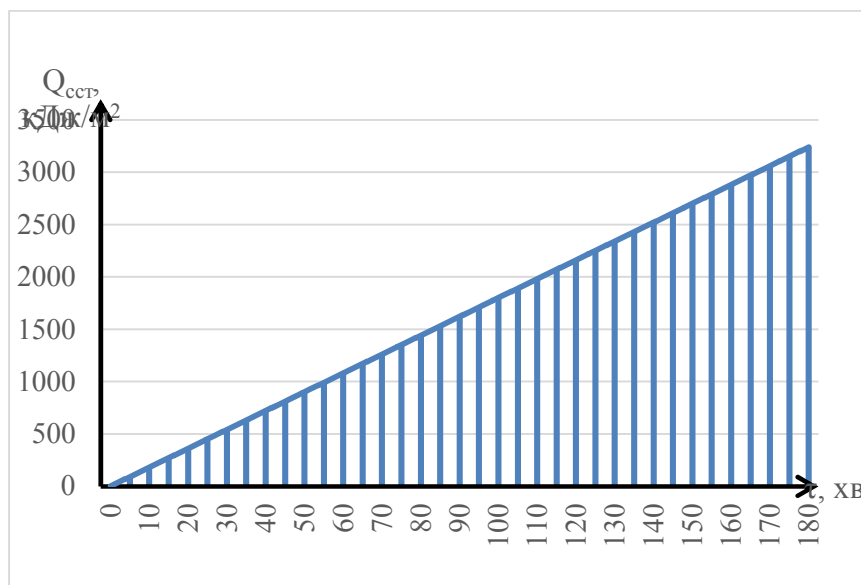


Рис. 2. Зміна кількості тепла, що накопичив бак-акумулятор $Q_{\text{накоп}}$ за час ΔT

Як видно з рис. 2 кількість накопиченого в баку-акумуляторі тепла рівномірно зростає. Вкінці експерименту кількість накопиченого тепла становить $3240 \text{ кДж}/\text{м}^2$.

Результати експериментальних досліджень зміни ККД геліосистеми із комбінованим геліоколектором за накопиченням енергії в баку-акумуляторі зображено на рис. 3.

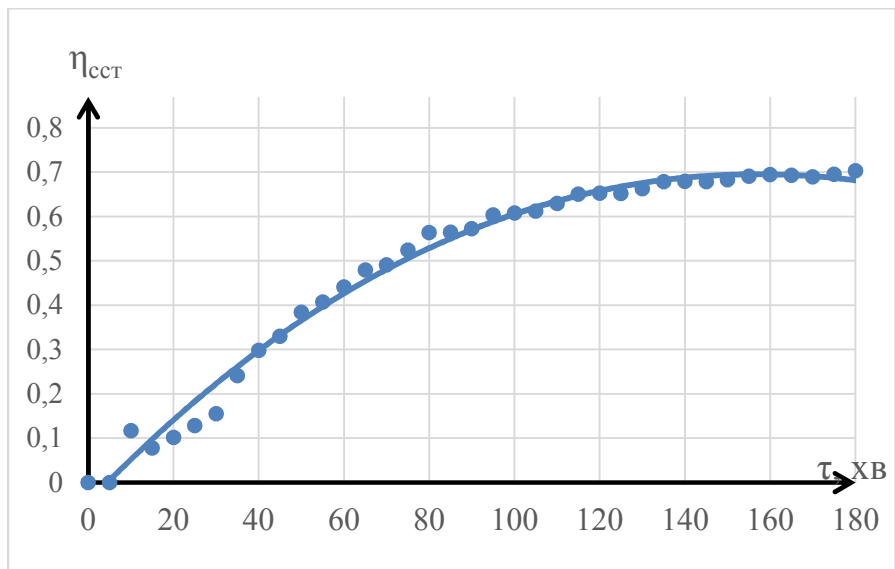


Рис. 3. Зміна ККД геліосистеми із комбінованим геліоколектором за накопиченням енергії в баку-акумуляторі впродовж експерименту

Проаналізувавши рис. 3, бачимо, що ККД системи сонячного теплопостачання впродовж експерименту зростає поступово і вкінці експерименту досягає 70 %.

Приріст температури теплоносія на вході в комбінований геліоколектор та виході з неї, температури оточуючого середовища та усередненої температури теплоносія в баку-акумуляторі впродовж експерименту зображено на рис.4.

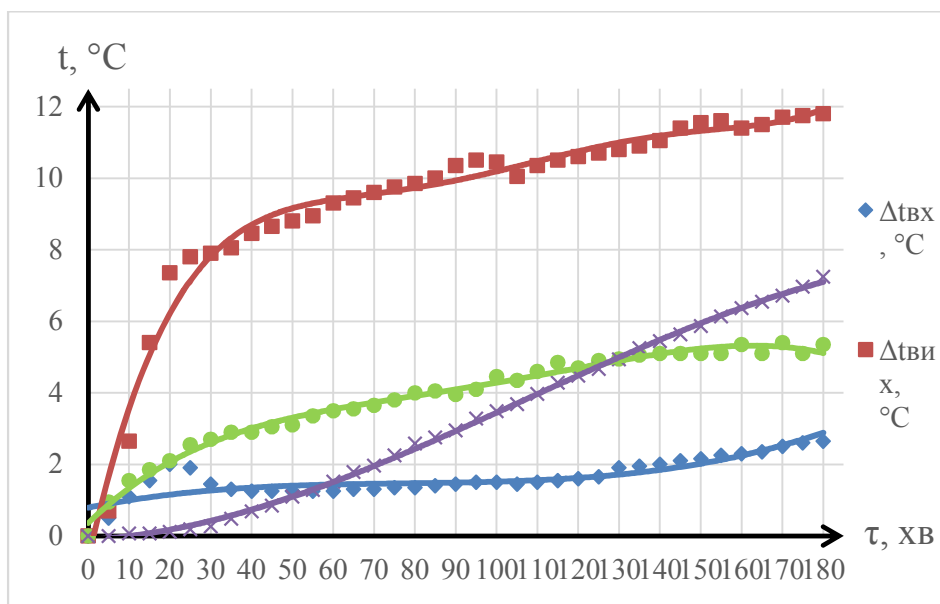


Рис. 4. Приріст температури теплоносія на вході в комбінований геліоколектор $t_{\text{вх}}$ та виході з неї $t_{\text{ви}}$, температури оточуючого середовища $t_{\text{нов}}$ та усередненої температури $t_{\text{бакср}}$ теплоносія в баку-акумуляторі впродовж експерименту

Як видно з рис. 4, теплоносій на виході з комбінованого геліоколектора нагрівся на 12°C, що свідчить про ефективну її роботу. Середня температура в баку-акумуляторі зросла на 7°C, а температура на виході з комбінованого геліоколектора – на 3°C.

Висновок. Використання геліостіни у системах сонячного теплопостачання дозволяє суттєво знизити її вартість та підвищити ефективність. Так, ККД геліосистемиза накопичено кількістю енергії вкінці експерименту становить 70%, а теплоносій на виході з комбінованого геліоколектора впродовж експерименту нагрівся на 12°C. Отримані графічні залежності зміни ефективності комбінованого геліоколектора свідчать про високу ефективність комбінованого геліоколектора та можливість її широкого застосування у системах сонячного теплопостачання.

Література

1. *Дорошенко А. В.* Теплофизические основы многофункциональных солнечных систем. Часть I. / *А. В. Дорошенко, Джамал Камал Хусейн, Хассан Сади Ибрагим, М. А. Глауберман* // Физика аэродисперсных систем, Выпуск 48. – Одесса. – 2011 – С. 5–15.
2. *Мусак Й. С.* Сонячна енергетика: теорія та практика: монографія / *Й. С. Мусак, О. Т. Возняк, О. С. Дацько, С. П. Шаповал.* – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2014. – 340 с.
3. *Maczulak A. E.* Renewable energy : Sources and Methods / *Anne Maczulak.* – NY : Infobase Publishing, 2010. – 206 p.
4. *Vožnyak O.* Rise of use effectiveness of solar energy in annual solar systems / *O. Vožnyak, S. Shapoval, O. Dacko* // Budownictwo i inżynieria środowiska. – Rzeszow, 2009. – S. 91–98.

PROSPECTS OF USING COMBINED SOLAR SYSTEMS FOR ENERGY EFFICIENT BUILDINGS

Шаповал С. П.

Проанализировано современное состояние внедрения возобновляемых источников энергии в системе теплоснабжения. Показано, что использование комбинированного гелиоколлектора в системах солнечного теплоснабжения позволяет повысить их эффективность и упростить конструкцию. Получены графические зависимости изменения эффективности комбинированного гелиоколлектора в течение эксперимента. Исследовано изменение КПД комбинированного гелиоколлектора и изменение температуры теплоносителя от времени облучения.

**ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ
ГЕЛИОСИСТЕМ ДЛЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ**
Shapoval S.

The current status of renewable energy in the heating systems are analyzed. It is shown that using a combined heliocollector in solar heating systems can increase performance and simplify design. Graphical changes of efficiency of a combined heliocollector during the experiment are received. The change of efficiency of a combined heliocollector and change of temperature of coolant of irradiation time are researched.