

С.П. Шаповал, О.Т. Возняк
Національний університет "Львівська політехніка",
кафедра теплогазопостачання і вентиляції

ВЗАЄМОВЗВ'ЯЗОК ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ГЕЛІОУСТАНОВКИ ТА НАДХОДЖЕННЯ ТЕПЛООВОГО ПОТОКУ

© Шаповал С.П., Возняк О.Т., 2009

Описано результати досліджень надходження радіації на сонячний колектор. Подано результати досліджень при різних кутах падіння теплового потоку. Встановлено залежності ефективності сонячного колектора від кута падіння теплового потоку.

This article covers the results of investigation of radiation incoming on the solar collector. The results of the experimental researches of variable orientations of the collector on the heat rays are given. Dependence between orientations of the solar collector and efficiency of work of its system has been established.

Постановка проблеми. Впродовж останніх десятиліть у період зростаючого дефіциту енергії і екологічних проблем, зменшення запасів вугілля, нафти та газу актуальним стає використання альтернативних джерел енергії. Щоденно на Землю надходить така кількість енергії від сонячних променів, яку 6 мільярдів жителів планети можуть використати протягом 27 років. Кількість сонячної енергії в Україні, що надходить на одиницю площі протягом року, становить 1000–1350 кВт·год/м². За підрахунками фахівців, на території України річні потенційні енергетичні ресурси Сонця для забезпечення гарячого водопостачання й опалення можуть становити до 28 кВт·год/м² теплової енергії. Реалізація такого потенціалу могла б заощадити 3,4 млн. т умовного палива на рік.

Практично у всіх геліосистемах обов'язковою є наявність трьох основних елементів: енергосприймаючого вузла (сонячного колектора), енергопереносного середовища (теплоносія) і енергоспоживаючого вузла.

Основним елементом установки, в якій сонячна енергія трансформується в теплову, є сонячний колектор.

Максимальне енергопоглинання поверхні прийняття сонячного колектора, що відповідає найвищому значенню коефіцієнта корисної дії і найповнішому використанню сонячної енергії, досягається наданням поверхні положення, перпендикулярного до падаючих променів.

Завданням є оцінити ефективність сонячного колектора у разі його встановлення в стаціонарне положення, мінімізувати кількість переорієнтацій рухомого сонячного колектора або оптимізувати форму дво- чи тригранного сонячного колектора. Для цього потрібно дослідити як змінюється ефективність геліоустановки при зміні кута падіння теплового потоку.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Багато робіт [1; 2; 3] присвячено знаходженню оптимальних кутів нахилу колектора до горизонту і азимута повороту, за яких надійде найбільше енергії сонячного випромінювання.

Більшість даних вимірювання сонячної радіації отримано для горизонтальної поверхні, але часто потрібно оцінити вплив орієнтації приймаючої поверхні. Для довших періодів часу в місцевостях, де не відбувається помітних сезонних змін атмосферних умов, вплив орієнтації оцінюється на основі розрахунку приходу прямої радіації [4].

Оптимальний кут нахилу стаціонарного сонячного колектора до горизонту залежить від широти місцевості та призначення геліоустановки [5].

Виклад основного матеріалу. В природних умовах процеси надходження сонячної радіації на поверхню геліоколектора є некеровані. А сама інтенсивність сонячної радіації має змінний характер як протягом дня, так і протягом року. Це все перешкоджає дослідженням сонячних колекторів. Тому дослідження їх у лабораторних умовах дає змогу задавати і контролювати усі параметри, що мають вплив на досліди.

Експериментальна установка складається із сонячного колектора із теплообмінником у вигляді пластини з припаяними трубками для руху теплоносія, бака-ємності для теплоносія, розподільних трубопроводів і шлангів, запірно-регулюючої арматури (рис. 1).

Колектор може змінювати своє положення відносно падаючого теплового потоку по двох кутах γ та φ .

Дослідження виконували так.

Після встановлення сонячного колектора в потрібне положення, трубопроводом холодної води 6 бак-акумулятор 8 наповнюється холодною водопровідною водою. Балансовим вентилям 5 встановлюється необхідна витрата теплоносія в контурі, яка контролюється витратоміром 3.

Під час виконання досліду з певним проміжком в часі фіксувались температури теплоносія на вході та виході з геліоколектора, температура теплоносія в баку-акумуляторі та температура повітря біля сонячного колектора.

Після закінчення досліду воду з бака-акумулятора зливали через трубопровід 7. Для наступного досліду знову використовували холодну водопровідну воду.

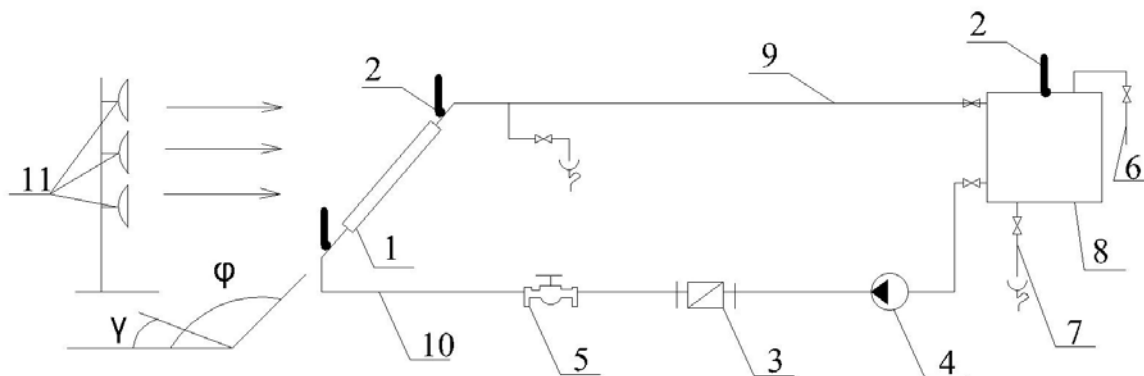


Рис. 1. Принципова схема дослідної установки: 1 – сонячний колектор; 2 – ртутний термометр; 3 – витратомір; 4 – циркуляційний насос; 5 – балансовий вентиль; 6 – трубопровід холодної води; 7 – зливний трубопровід; 8 – бак-акумулятор теплової енергії; 9 – трубопровід нагрітого теплоносія; 10 – трубопровід охолодженого теплоносія; 11 – тепловий випромінювач

Інтенсивність теплового потоку вимірювалась актинометром і встановлювалась такою, що дорівнює 750 Вт/м^2 . Температура на виході і вході геліоколектора та в баку-акумуляторі вимірювалась ртутними термометрами. Витрата води вимірювалась крильчастим лічильником КВ-1,5. Температура внутрішнього повітря вимірювалась психрометром МВ-4М.

Проаналізувавши дані експериментальних досліджень, зображених на графіках рис. 2, можна зробити висновок, що найшвидше зростає температура теплоносія при кутах $\gamma = 90^\circ$, $\varphi = 90^\circ$. Зміна кута γ до 60° , при $\varphi = 90^\circ$, дещо зменшує ефективність, проте зміна кута φ до 60° , при $\gamma = 90^\circ$ значно знижує ефективність геліосистеми.

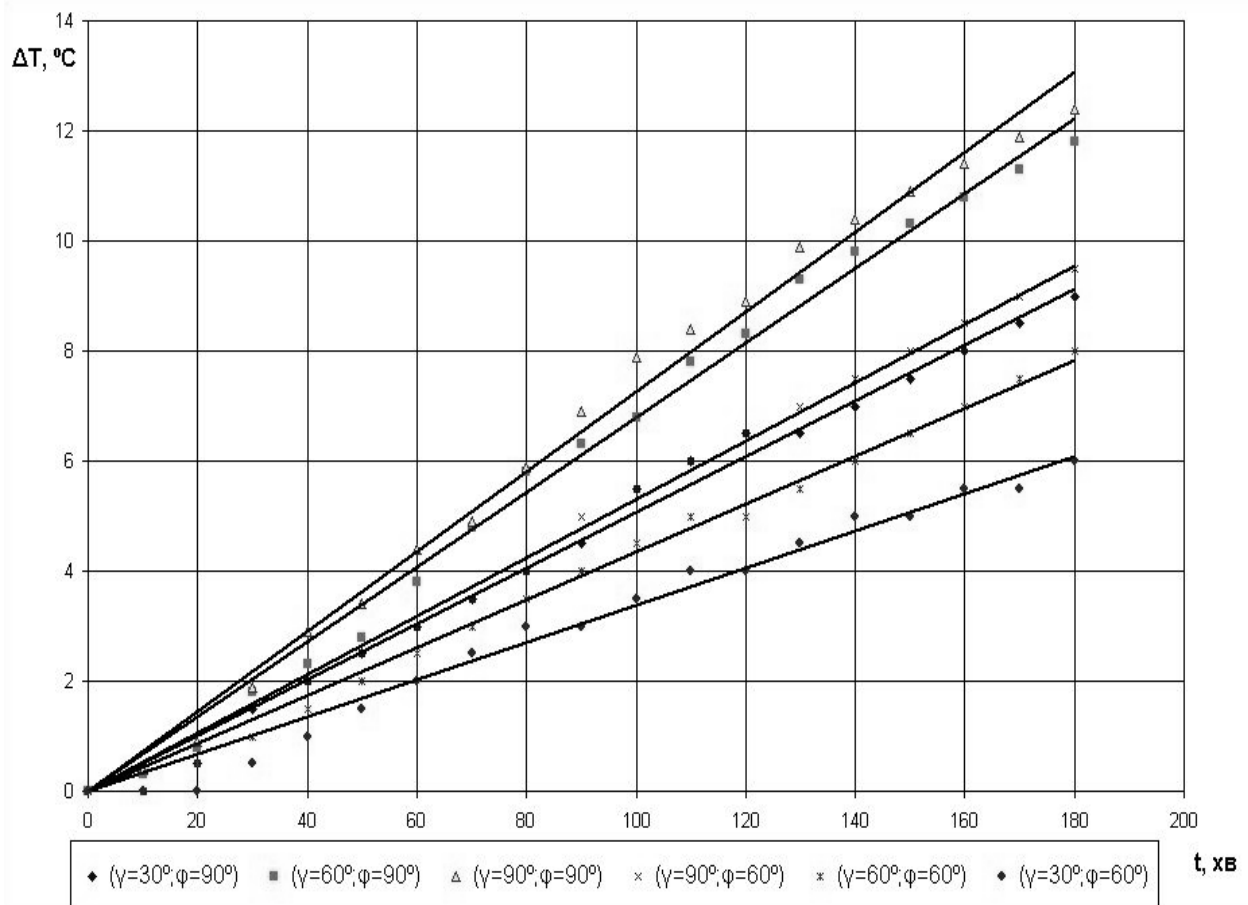


Рис. 2. Залежність зміни температури ΔT в часі t від зміни кутів (γ ; φ) падіння теплового потоку на поверхню геліоколектора

Ефективність геліосистеми визначається за формулою

$$\eta = Q_{кор} / Q_{пром} , \quad (1)$$

де $Q_{кор}$ – кількість тепла, Вт, що отримав бак-акумулятор за час t ; $Q_{пром}$ – кількість променевого тепла, Вт, що випромінювалось джерелом на одиницю поверхні теплопоглинача сонячного колектора за цей самий час.

$$Q_{пром} = F \cdot E, \quad (2)$$

де F – площа теплопоглинача сонячного колектора, m^2 ; E – інтенсивність променевого теплового потоку, що випромінює джерело, $Вт/m^2$.

Кількість тепла, яку отримав бак-акумулятор $Q_{кор}$, визначали із рівняння теплового балансу.

З графіків на рис. 3 очевидно, що зміна азимутного кута γ від 90° до 60° , при $\varphi=90^\circ$, неістотно впливає на ефективність геліосистеми, а подальше його відхилення істотно її знижує.

На цих графіках можна побачити, що одночасне відхилення кутів γ та φ призводить до істотного зменшення використання падаючого теплового потоку на сонячний колектор та ефективності геліоустановки η загалом.

Зміну ефективності залежно від кутів γ та φ потрібно враховувати під час проектування геліосистем. Оскільки правильне встановлення стаціонарного сонячного колектора може дати значний виграш теплової енергії протягом періоду експлуатації, а це вплине на ефективність системи загалом та зменшить термін окупності.

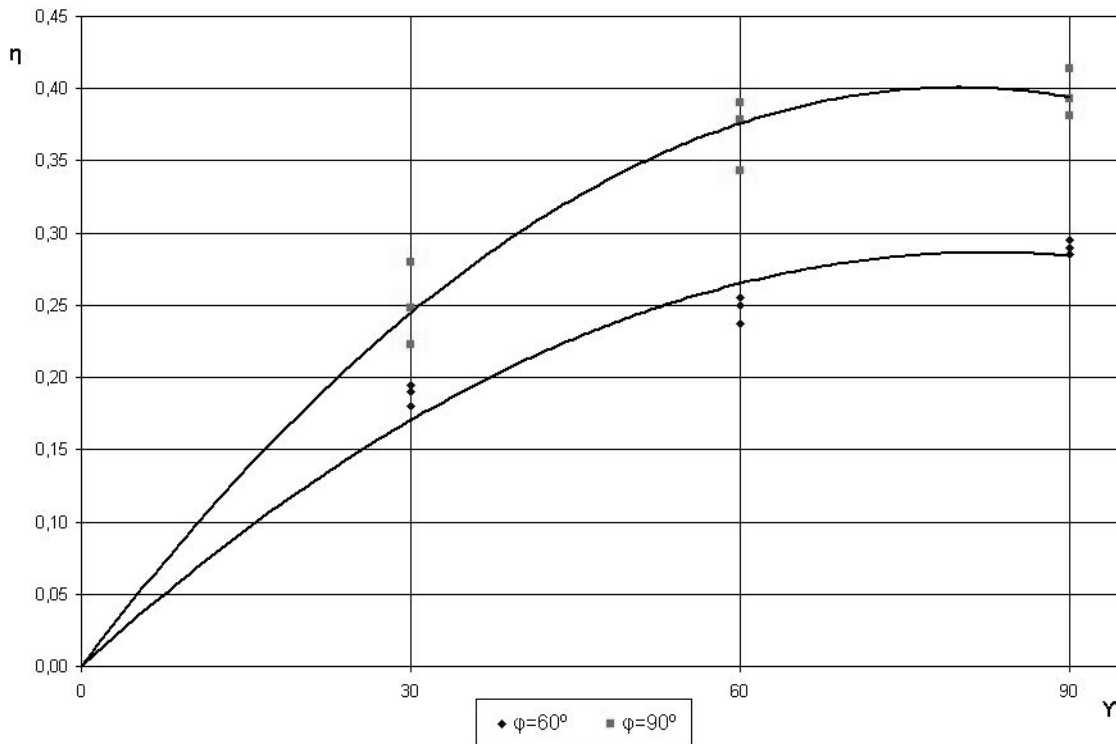


Рис. 3. Ефективність геліосистеми η при $\phi=90^\circ$ та $\phi=60^\circ$ і змінному куті γ

Оптимальна тривалість роботи плоского сонячного колектора становить приблизно 4 год. Але на практиці намагаються досягти шестигодинної тривалості роботи, що призводить до збільшення площі колекторів і, відповідно, до погіршення економічних показників.

Висновки. Для того, щоб не збільшувати площу геліоколекторів, можна зробити систему слідкуючою або нерухомою.

Сонячні системи теплопостачання з слідкуючими (частково або повністю) елементами є доволі дорогими та потребують відповідних затрат на експлуатацію, особливо, якщо це системи низькотемпературні.

Тому, якщо потрібна нерухома сонячна система із нерухомими колекторами, яка має працювати протягом дня з необхідною потужністю, потрібно виконати її певної форми, що враховує зміну кута падіння сонячної радіації протягом дня.

1. Хрустов Б.В., Аvezов Р.Р., Шафеев А.И. Энергетически оптимальный угол наклона плоских коллекторов // Гелиотехника. – 1986. – № 5. – С. 51–55.
2. Касперські Я., Левкович М., Петровіч С. Компактний даховий кондиціонер на сонячній енергії – оптимізація кута нахилу колекторів // Ринок інсталяцій. – 2008. – № 5. – С. 8–11.
3. Bruges P.M. Utilizacion de la energia solar a baja temperatura por medio de captadores planos // Instalador. – 1986. – № 21. – P. 33–41.
4. Даффи Дж. А., Бекман У. А. Тепловые процессы с использованием солнечной энергии: Пер. с англ. – М: Мир, 1977. – 420 с.
5. Wiśniewski G., Gołębiowski S., Grycik M. i in. Kolektory słoneczne: energia słoneczna w mieszkalnictwie, hotelarstwie i drobnym przemyśle. – Warszawa: Medium, 2008. – 201 s.