

СИСТЕМА ПОТРІЙНО-ОРІЄНТОВАНИХ СОНЯЧНИХ КОЛЕКТОРІВ ІЗ СЕКЦІЙНИМ БАКОМ-АКУМУЛЯТОРОМ

Національний університет «Львівська політехніка», Україна

Зниження ефективності системи сонячних колекторів у післяобідній час пов'язано із значною температурою теплоносія у бакові-акумуляторі. Для підвищення ефективності запропоновано розділити бак-акумулятор на секції та дослідити, як буде впливати така конструкція бака-акумулятора на ефективність всієї системи. Отримано номограму та функціональну залежність коефіцієнта ефективності даної системи сонячного теплопостачання залежно від азимутального кута повороту сонячних колекторів та кута їх нахилу.

Постановка проблеми. Сьогодні актуальним є вдосконалення існуючих сонячних колекторів та систем сонячного теплопостачання для їх максимальної інтеграції в традиційні системи теплопостачання та широке застосування на практиці. Одним із способів вирішення цього питання є застосування систем сонячного теплопостачання із потрійно-орієнтованими сонячними колекторами. Проте на сьогодні ще не достатньо вивчене питання ефективної взаємоорієнтації системи потрійно-орієнтованих сонячних колекторів, а також питання впливу відхилення азимутального кута та кута нахилу сонячного колектора відносно падаючого випромінювання та його інтенсивності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Із проведених досліджень роботи плоского стаціонарного сонячного колектора протягом дня можна зробити висновок, що ранішні та вечірні години роботи сонячного колектора є неефективними, тому пропонується встановити групу колекторів, що не лежать в одній площині. Якщо потрібна ефективна система сонячного теплопостачання із стаціонарними сонячними колекторами, яка має працювати протягом дня з необхідною потужністю, потрібно виконати її певної форми, що враховує зміну кута падіння сонячної енергії впродовж дня [1].

Відомий аналіз результатів досліджень, які показують, що застосування дельта систем, замість традиційних, дозволяє продовжити експлуатацію сонячних систем теплопостачання в середньому на 1,5 год. в добу [2]. Проте важливе значення для такої системи будуть мати азимутальні кути встановлення сонячних колекторів [3, 4].

Формулювання цілей та завдання статті. Аналіз попередніх досліджень показав зниження ефективності системи сонячних колекторів у післяобідній час, що пов'язано із значною температурою бака-акумулятора. Для підвищення ефективності запропоновано розділити бак-акумулятор на секції та дослідити, як буде впливати така конструкція бака-акумулятора на ефективність всієї системи.

Основна частина. Для більш ефективного проведення експериментів і зниження затрат на його організацію проведено планування експерименту відповідно до існуючих методик. Рівні факторів та інтервали їх варіювання подано в табл. 1.

Таблиця 1

Рівні факторів та інтервали варіювання

Назва фактора	Код. познач.	Рівні факторів			Інтерв. варіюв.
		-1	0	+1	
Азимутальний кут повороту сонячного колектора, $\gamma, ^\circ$	x_1	0	15	30	15
Кут нахилу сонячного колектора, $\beta, ^\circ$	x_2	$\varphi-15$	φ	$\varphi+15$	15

Ефективність системи – величина відносна, тому для її визначення застосовується коефіцієнт ефективності, що рівний відношенню корисної енергії, яка отримана із системи сонячних колекторів $Q_{СБА}$ із секційним баком-акумулятором до енергії, яка отримана із південно-орієнтованих колекторів $Q_{п.о.}$ без секційного бака:

$$K_{СБА} = \frac{Q_{СБА}}{Q_{п.о.}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

де $Q_{СБА}$, $Q_{п.о.}$ – кількості тепла, отримані баком-акумулятором впродовж одного досліді, Дж.

За параметр оптимізації обрано коефіцієнт ефективності $K_{СБА}$, а факторами – азимутальний кут повороту сонячного колектора γ та кут його нахилу до горизонту β . Значення цих факторів встановлювались відповідно до проведених раніше досліджень.

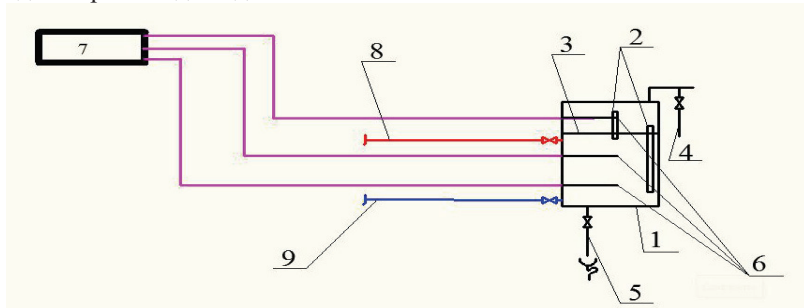


Рис. 1. Схема секційного бака-акумулятора:

- 1 – секційний бак-акумулятор; 2 – патрубок для циркуляції теплоносія;
- 3 – секційна перегородка; 4 – трубопровід подачі теплоносія;
- 5 – трубопровід заливу (зливу) теплоносія; 6 – термоперетворювач опору;
- 7 – вимірювач типу РТ- 0102; 8 – трубопровід нагрітого теплоносія від сонячних колекторів;
- 9 – трубопровід охолодженого теплоносія із секційного бака акумулятора.

Була складена матриця планування ПФЕ 3^2 з врахуванням ефекту взаємодії факторів (табл. 2). Один дослід проводився впродовж одного дня. Вранці сонячні колектори встановлювались із заданими кутами, відповідно до матриці планування експерименту і фіксувалась витрата теплоносія та його температури в трьох точках по висоті бака-акумулятора умовно розділеного на рівні об'єми. В кінці дня за температурою теплоносія в бакові-акумуляторів підраховувалась кількість отриманої теплової енергії.

Таблиця 2

Матриця планування ПФЕ 3^2

№ досліду	x_0	x_1	x_2	x_1x_2	$K_{СБА}, \%$
1	+	—	—	+	100
2	+	0	—	0	111
3	+	+	—	—	96
4	+	—	0	0	97
5	+	0	0	0	105
6	+	+	0	0	93
7	+	—	+	—	95
8	+	0	+	0	102
9	+	+	+	+	91

Результати експериментальних досліджень у графічній формі подано на рис. 2.

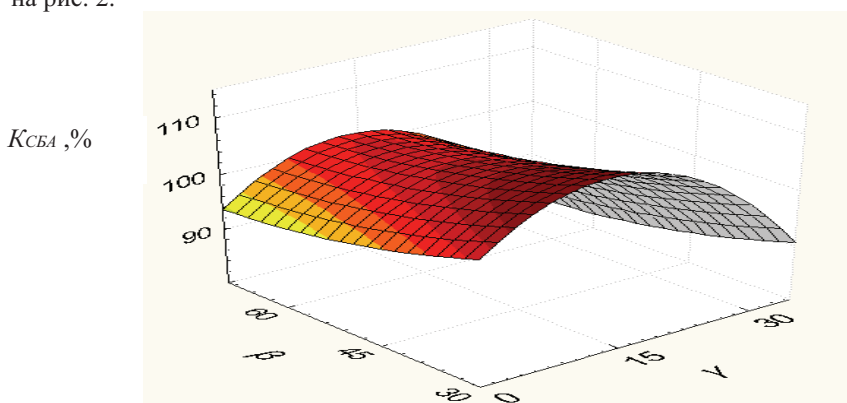


Рис. 2. Залежність коефіцієнта ефективності $K_{СБА}$ від кута повороту сонячних колекторів γ та від кута його нахилу β

Отримане рівняння регресії має наступний вигляд:

$$K_{СБА} = 98,61 - 1,22 x_1 - 22,4 x_2 - 0,022 x_1 x_2. \quad (2)$$

Як випливає з даного рівняння, збільшення обох факторів приводить до зменшення коефіцієнта ефективності.

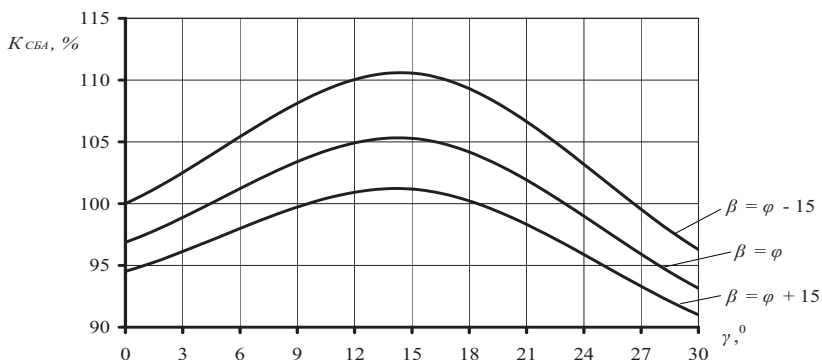


Рис. 3. Номограма залежності коефіцієнта ефективності системи сонячного теплопостачання із секційним баком-акумулятором для термоакумуляції K_{CBA} від азимутального кута повороту сонячних колекторів γ та кута їх нахилу β

Номограма залежності $K_{CBA}=f(\gamma, \beta)$ апроксимована наступною функціональною залежністю (3):

$$K_{CBA} = 118,37 + 1,19\gamma - 0,65\beta - 0,044\gamma^2 + 0,0002\beta\gamma + 0,0042\beta^2. \quad (3)$$

Висновки. У результаті проведених експериментальних досліджень отримано номограму та функціональну залежність коефіцієнта ефективності системи сонячного теплопостачання із секційним баком акумулятором для термоакумуляції від азимутального кута повороту сонячних колекторів та кута їх нахилу. Поеднання потрійно-орієнтованих сонячних колекторів із секційним баком-акумулятором показує ефективність застосування таких схемних рішень сонячного теплопостачання та можливість збільшення кількості отриманого тепла до 11%.

Перспективи подальших досліджень. Проведені дослідження потрійно-орієнтованої системи сонячних колекторів та такої системи із секційним баком-акумулятором для термоакумуляції, встановили ефективність даного рішення. Проте такі системи є дорогими і не завжди знаходять місце в системах теплопостачання, тому важливим є вдосконалення комбінованих геліонагрівників, як продовження даних досліджень.

Література

1. Солнечная энергетика / [под. ред. Ю. Н. Малевского, М. М. Колтуна]. – М. : Мир, 1979. – 390 с.
2. Новаківський Є. В. Підвищення ефективності використання сонячної енергії в комбінованих системах промислового теплопостачання : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.14.06 "Технічна

теплофізика та промислова теплоенергетика" / Є. В. Новаківський. – Одеса, 2004. – 22 с.

3. Козлов Я. М. Оптимізація розташування сонячних колекторів в геліосистемах / Я. М. Козлов, М. П. Сухий, К. М. Сухий // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2010. – № 2/10 (44). – С. 58-64.

4. Шаповал С. П. Ефективність "дельта-системи" плоских сонячних колекторів за різних кутів їх встановлення / С. П. Шаповал // Вісник Національного університету "Львівська політехніка" ["Теорія і практика будівництва"]. – Л. : В-во НУ "ЛП", 2010. – № 664. – С. 331-335.

СИСТЕМА ТРИЖДЫ-ОРИЕНТИРОВАННЫХ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ С СЕКЦИОННЫМ БАКОМ-АККУМУЛЯТОРОМ

С. П. Шаповал

Снижение эффективности системы солнечных коллекторов в послеобеденное время связано со значительной температурой теплоносителя в баке-аккумуляторе. Для повышения эффективности предложено разделить бак-аккумулятор на секции и исследовать, как будет влиять такая конструкция бака-аккумулятора на эффективность всей системы. Получена номограмма и функциональная зависимость коэффициента эффективности данной системы солнечного теплоснабжения в зависимости от азимутного угла поворота солнечных коллекторов и угла их наклона.

THE SYSTEM OF THE TRIPLY-ORIENTED SOLAR COLLECTORS WITH A SECTIONAL STORAGE BATTERY

Stepan P. Shapoval

The decline of efficiency of the system of solar collectors in postprandial time is related to the considerable temperature of теплоносія in to the tank-accumulator. For the increase of efficiency it is suggested to divide a tank-accumulator on a section and probe, as such construction of tank-accumulator will influence on efficiency of all of the system. Nomogramu and functional dependence of coefficient of efficiency of this system of sun heat supply is got depending on the azimuth corner of turn of sun collectors and angle of their slope.