

## НАТУРНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕЛІОПОКРІВЛІ В ГРАВІТАЦІЙНІЙ СИСТЕМІ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

© Пона О. М., 2015

Досліджено ефективність використання геліопокрівлі в натурних умовах. Сучасний розвиток енергетики характеризується значним збільшенням вартості енергоносіїв. В останні десятиліття в багатьох країнах спостерігається погіршення екологічної ситуації в зв'язку із збільшенням кількості спалювання викопного палива, і як наслідок, зростанням концентрації парникових газів в атмосфері. Необхідність заміни не відновлювальних джерел енергії пов'язана не тільки з їх вичерпуванням, а й з небезпекою планетарного масштабу, яка створюється через спалювання вугілля, нафти, газу, торфу та збільшенням вмісту CO<sub>2</sub> в атмосфері. Проаналізовано доцільність використання альтернативних джерел енергії, сучасний стан та перспективи розвитку сонячної енергетики. Сьогодні важливим є вдосконалення та розроблення нових сонячних колекторів, які б дали змогу знизити їхню вартість та підвищити ефективність. Запропоновано поєднати сонячний колектор з покрівлею будинку. Особливістю геліопокрівлі є те, що її поглинач сонячної енергії виконаний з покрівельного матеріалу будівлі. Поставлено завдання підвищити ефективність геліопокрівлі. Це здійснюється за рахунок того, що трубки для теплоносія розташовані над поглиначем сонячної енергії, а поглинач сонячної енергії виконаний гофрованим. Таке виконання геліопокрівлі дає змогу суттєво знизити її вартість порівняно з традиційними сонячними колекторами. Описано результати досліджень надходження сонячного випромінювання на геліопокрівлю в гравітаційній системі теплопостачання. Показано як змінюється температура води в баку-акумуляторі, на вході та виході з геліопокрівлі впродовж дня. Досліджено зміну інтенсивності теплового потоку впродовж дня.

**Ключові слова:** геліопокрівля, тепловий потік, система теплопостачання.

This article examines the efficiency of helioroof in natural conditions. Modern energy development is characterized by a significant increase in energy costs. In recent decades, in many countries there is environmental degradation due to the increasing number of fossil fuels, and as a result, increasing concentration of greenhouse gases in the atmosphere. The need to replace non-renewable energy sources associated not only with their depletion, but also the danger of global scale, which is created by burning coal, oil, gas, peat and the increase of CO<sub>2</sub> in the atmosphere. The feasibility of using alternative energy sources, current state and prospects of solar energy are analyzed. Today, it is important to improve and develop new solar collectors that would allow them to reduce costs and increase efficiency. A combine solar collector with roof of the house was offered. Helioroof peculiarity is that its solar absorber made of roofing material of the building. The task was to increase efficiency of helioroof. This is done by ensuring that the tubes are located above the solar absorber of solar energy and solar energy absorber made corrugated. This implementation allows helioroof significantly reduce its cost compared to traditional solar collectors. The results of studies on the incoming of solar radiation of helioroof in gravitational heating system are shown. It is shown how the water temperature in the tank, battery, input and output of helioroof are changes throughout the day. The change of the intensity of the heat flux through the day is shown.

**Key words:** helioroof, heat flow, heating system.

## Вступ

Сучасний розвиток енергетики характеризується значним збільшенням вартості енергоносіїв. В останні десятиліття в багатьох країнах спостерігається погіршення екологічної ситуації в зв'язку із збільшенням кількості спалювання викопного палива, і як наслідок, зростанням концентрації парникових газів в атмосфері. Сьогодні спостерігається тенденція збільшення потреб енергії в світі, що, своєю чергою, призведе до подальшого погіршення екології. Одним із шляхів запобігання цьому є ширше використання відновлювальних джерел енергії.

Серед нетрадиційних джерел енергії сонячна радіація за масштабами ресурсів, екологічною чистотою та перспективою розвитку посідає перше місце. Це підтверджується низкою експериментальних робіт, проведених у галузі геліоенергетики. Кількість сонячної енергії, яка надходить на Землю, перевищує енергію всіх світових запасів нафти, газу, вугілля та інших енергетичних ресурсів. Перевагами сонячної енергії, порівняно з традиційними видами палива, є: можливість використання сонячної енергії практично на всіх ділянках земної поверхні; можливість безпосереднього перетворення сонячної енергії на теплову або електричну; можливість отримання високотемпературних теплоносіїв.

## Постановка проблеми

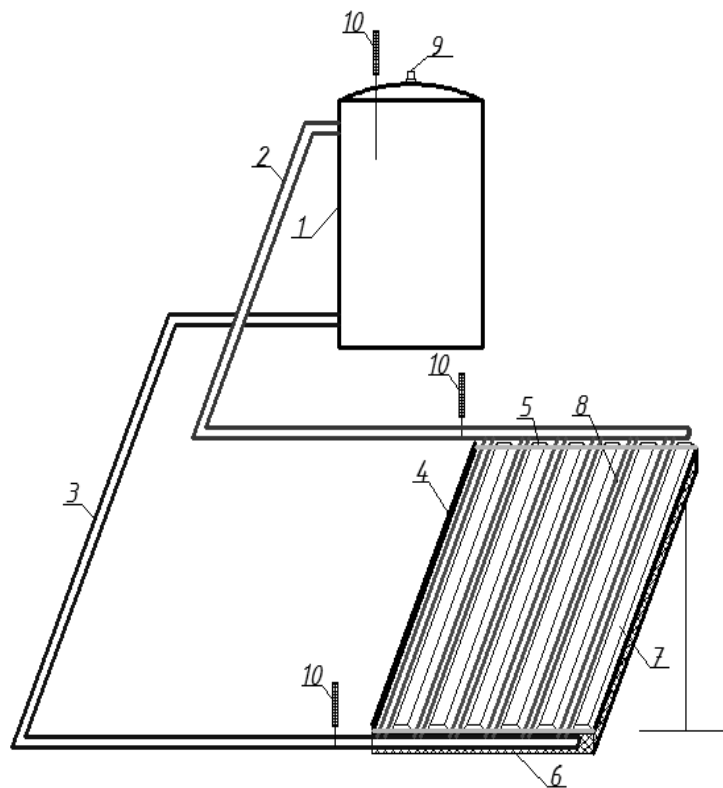
Тепер спостерігається істотний дефіцит енергії практично у всіх сферах народного господарства. Стан впровадження систем сонячного теплопостачання у житлово-комунальне господарство потребує суттєвого удосконалення. Впровадження таких систем потребує значних капітальних вкладень. Тому сьогодні важливим є вдосконалення та розроблення нових сонячних колекторів, які б дали змогу знизити їхню вартість та підвищити ефективність.

## Виклад основного матеріалу

Для вирішення цієї проблеми запропоновано використовувати геліопокрівлю, особливістю якої є те, що трубки для теплоносія розташовані над теплопоглиначем сонячної енергії, а теплопоглинач сонячної енергії виконано гофрованим. Як теплопоглинач використовується покрівельний матеріал будівлі. Таке виконання геліопокрівлі дає змогу суттєво знизити її вартість, порівняно з традиційними сонячними колекторами. Розташування трубок контура циркуляції над теплопоглиначем дає можливість збільшити площу поглинання, і як наслідок, підвищити ефективність геліопокрівлі.

Для дослідження ефективності геліопокрівлі проводились натурні дослідження на експериментальній установці, яка складалася із геліопокрівлі, бака-акумулятора та вимірювальних приладів. Фото експериментальної установки зображено на рис. 1.

Сонячне проміння потрапляє на поглинач сонячної енергії та трубки для теплоносія. Тоді відбувається їхнє нагрівання. За рахунок різниці температур та відповідно різниці густин теплоносія в зоні вхідного і вихідного патрубків створюється циркуляція теплоносія. Нагрітий теплоносій через подавальний трубопровід подається у бак-акумулятор гарячої води. Нагріта вода через патрубок подається споживачеві. Охолоджений теплоносій по зворотному трубопроводу повертається у геліопокрівлю, і нагрівається. Спуск води з бака-акумулятора відбувається через патрубок, розташований у найвищій точці системи. Випуск повітря – через повітровипускний клапан. Теплоізоляційний шар забезпечує зменшення тепловтрат. Розміщення шару променевідбиваючого матеріалу під теплопоглиначем дає можливість збільшити ефективність використання сонячного випромінювання, частина якого пройшла повз теплопоглинач. Шар променевідбиваючого матеріалу відбиває сонячне випромінювання назад на теплопоглинач, у результаті чого теплопоглиначем поглинається практично все сонячне випромінювання, яке потрапляє на геліопокрівлю.



*Рис. 1. Фото та схема експериментальної установки:  
 1 – бак-акумулятор; 2 – подавальний трубопровід; 3 – зворотний трубопровід;  
 4 – геліопокрівля; 5 – прозоре покриття; 6 – теплоізоляція; 7 – теплопоглинач;  
 8 – трубки для теплоносія; 9 – повітроспускний клапан; 10 – термометр*

Дослідження проводились у серпні 2014 року з 9.00 до 19.00 год. Інтенсивність потоку сонячної радіації вимірювалось альбедометром. Температура теплоносія вимірювалась у трьох точках системи (на виході з геліопокрівлі, на вході в геліопокрівлю та в баці-акумуляторі) ртутними термометрами. Температура зовнішнього повітря та його швидкість вимірювалась термоелектроанемометром TESTO 405 – V1.

Інтенсивність потоку повної сонячної радіації впродовж дня зображено на рис. 2.

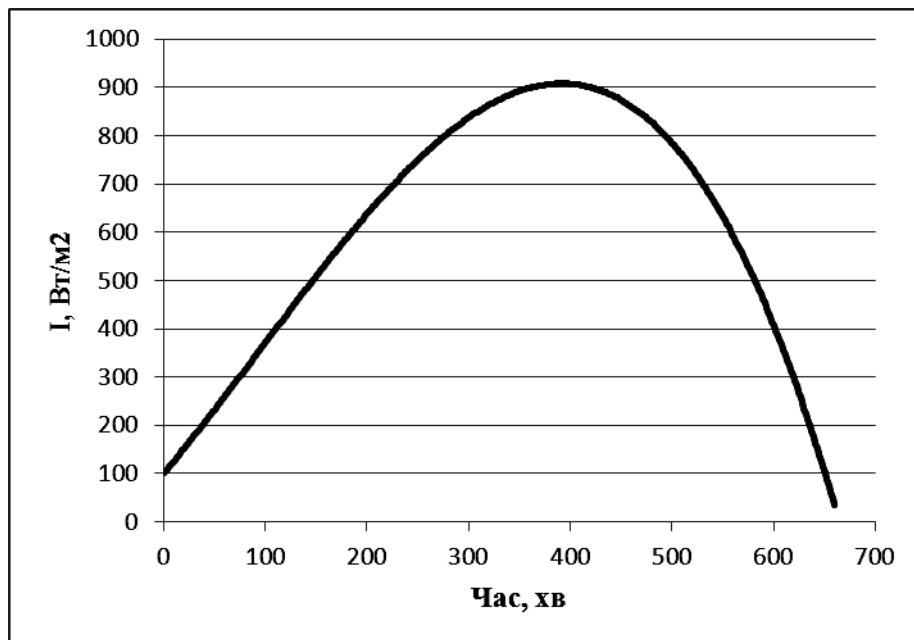


Рис. 2. Інтенсивність потоку повної сонячної радіації впродовж дня

Результати експериментальних досліджень зображено у графічній формі та наведено на рис. 3.

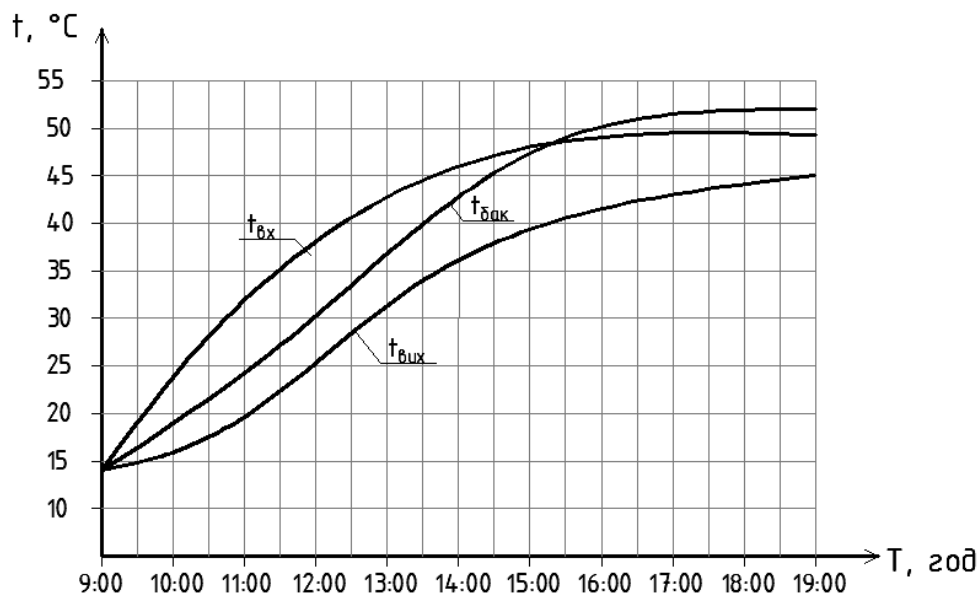


Рис. 3. Результати натурних експериментальних досліджень:

$T$  – час проведення експерименту, год;

$t_{вх}$  – температура води на вході в геліопокрівлю, °C;

$t_{вх}$  – температура води на виході з геліопокрівлі, °C;

$t_{бак}$  – усереднена температура води в баці-акумуляторі, °C

З графіка (рис. 3) видно, що вкінці дня температура води в баку-акумуляторі становила 52 °С, що свідчить про високу ефективність геліопокрівлі.

Кількість тепла, яка акумулювалась в баку-акумуляторі впродовж дня визначалась за формулою (1). Результати відображено в таблиці.

$$Q_{\text{бак}} = m \cdot c \cdot (t_{\text{к}} - t_{\text{п}}), \quad (1)$$

де  $m$  – маса теплоносія в баці-акумуляторі, кг;  $c$  – питома теплоємність теплоносія, Дж/(кг·К);  $t_{\text{к}}$ ,  $t_{\text{п}}$  – відповідно кінцева та початкова температури в баці-акумуляторі, К.

#### Кількість тепла, яка акумулювалось у баку-акумуляторі впродовж дня

Час, год	$Q_{\text{бак}}$ , кДж
09:00:00	0,00
09:30:00	73,00
10:00:00	125,70
10:30:00	209,50
11:00:00	377,10
11:30:00	586,60
12:00:00	754,20
12:30:00	879,90
13:00:00	963,70
13:30:00	1131,30
14:00:00	1257,00
14:30:00	1340,80
15:00:00	1382,70
15:30:00	1466,50
16:00:00	1508,40
16:30:00	1550,30
17:00:00	1592,20

#### Висновок

Дослідження показали високу ефективність роботи геліопокрівлі в натурних умовах впродовж дня. Так, кількість тепла, що отримала геліосистема в кінці дня, становить 1592,20 кДж, що говорить про можливість її широкого застосування в геліосистемах та ефективної роботи впродовж дня.

1. Мисак Й. С. *Сонячна енергетика: теорія та практика : монографія* / Й. С. Мисак, О. Т. Возняк, О. С. Дацько, С. П. Шаповал. – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2014. – 340 с. 2. Твайделл Д. *Возобновляемые источники энергии* / Д. Твайделл, А. Уэйр ; пер. с англ. под ред. В. А. Коробкова. – М. : Энергоатомиздат, 1990. – 391 с. 3. Возняк О. Т. *Ефективність плоского сонячного колектора при різних інтенсивностях та кутах падіння теплового потоку* / О. Т. Возняк, С. П. Шаповал // *Науково-технічний журнал Нова тема* / гол. ред. М. В. Степанов. – № 3, 2010. – С. 32–34. 4. Шаповал С. П. *Ефективність системи теплопостачання на основі сонячного колектора при зміні кута надходження теплового потоку* / С. П. Шаповал, О. Т. Возняк, О. С. Дацько // *Вісник Національного університету “Львівська політехніка” [“Теорія і практика будівництва”]*. – Л. : Вид-во Нац. ун-ту “Львівська політехніка”, 2009. – № 655. – С. 299–302.