

ВПЛИВ ПРОЗОРОГО ПОКРИТТЯ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ГЕЛІОПОКРІВЛІ

О. М. Пона

Показана необхідність вдосконалення та розроблення нових сонячних колекторів, які б дозволили знизити їх термін окупності та покращити техніко-економічні показники. Проаналізовано вплив прозорого покриття на ефективність геліопокрівлі. Описано результати досліджень надходження сонячного випромінювання на геліопокрівлю. Показано важливість захисту геліоколекторів прозорим покриттям. Відображена залежність кутів падіння теплового потоку та інтенсивності теплового потоку від ефективності геліопокрівлі.

Ключові слова: геліопокрівля, тепловий потік, прозоре покриття.

ВЛИЯНИЕ ПРОЗРАЧНОГО ПОКРЫТИЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГЕЛИОКРОВЛИ

О. М. Пона

Показана необходимость совершенствования и разработки новых солнечных коллекторов, позволяющих снизить их срок окупаемости и улучшить технико-экономические показатели. Проанализировано влияние прозрачного покрытия на эффективность гелиокровли. Описаны результаты исследований поступления солнечного излучения на гелиокровли. Показана важность защиты гелиоколлекторов прозрачным покрытием. Отражена зависимость углов падения теплового потока и интенсивности теплового потока от эффективности гелиокровли.

Ключевые слова: гелиокровля, тепловой поток, прозрачное покрытие.

EFFECTIVENESS OF THE TRANSPARENT COATING ON THE EFFECTIVENESS OF HELIOROOF

O. Pona

The necessity of improvement and development of new solar collectors that would allow them to reduce the payback period and improve technical and economic performance. Analyzes the impact of a transparent coating on the effectiveness of helioroof. The results of studies on the incoming solar radiation of the helioroof are described. The importance of protecting geliosystem of transparent coating is shown. Dependence angles of incidence and intensity of heat flow heat flux on the effectiveness of the helioroof is displayed.

Keywords: helioroof, heat flux, transparent coating.

Вступ

Рациональне та економне використання природних ресурсів, скорочення шкідливих викидів в атмосферу та ефективне використання теплової енергії набувають необхідного стратегічного значення у сучасному суспільстві. Необхідність підвищення рівня енергетичної безпеки є одним з головних завдань нашої держави на сучасному етапі. В регіонах України є всі передумови для інтенсивного використання значного потенціалу нетрадиційних джерел енергії.

Постановка проблеми. За підрахунками фахівців, на території України річні потенційні енергетичні ресурси Сонця для забезпечення гарячого водопостачання й опалення можуть складати до 28 кВт·год/м² теплової енергії. Реалізація такого потенціалу могла б заощадити 3,4 млн. т умовного палива на рік. На даний час в Україні використовуються різні типи сонячних колекторів. Необхідним є вдосконалення та розроблення нових сонячних колекторів, які б дозволили знизити їх термін окупності та покращити техніко-економічні показники. Тому важливим є дослідження впливу окремих конструктивних елементів на ефективність геліоустановки.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Прозоре покриття необхідне для захисту адсорбуючої поверхні від пилу і механічних пошкоджень, а також зменшення тепловтрат через конвекцію та випромінювання [1]. Показником якості скла для геліоколекторів є прозорість, яка оцінюється коефіцієнтом пропускання τ . Для геліоколекторів використовується спеціальне скло з малим вмістом солей і заліза і коефіцієнтом пропускання $\tau = 0,90 \dots 0,95$ [2]. Воно дозволяє підвищити ефективність сонячного колектора за рахунок зменшення тепловтрат шляхом конвекції. Недоліком плоского скляного покриття є залежність пропускну здатності від кутів падіння теплового потоку [3].

Метою роботи є дослідити на скільки змінюється ефективність сонячного колектора при наявності прозорого покриття та без нього.

Виклад основного матеріалу. Дослідження проводились на експериментальній установці, яка складалася із геліопокрівлі, бака-акумулятора, джерела випромінювання та вимірювальних приладів. Схема геліопокрівлі зображена на рис. 1.

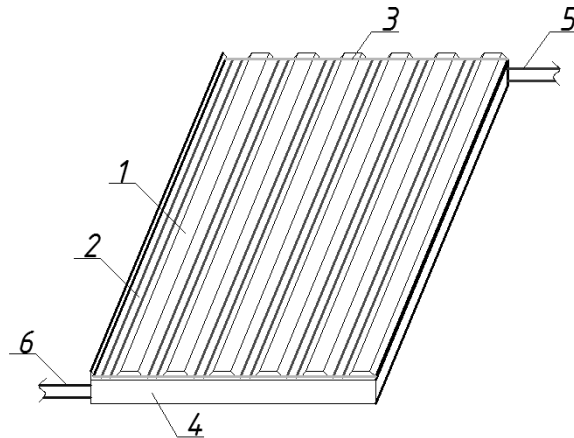


Рисунок 1 – Схема геліопокрівлі: 1 – теплопоглинач; 2 – трубки для теплоносія; 3 – прозоре покриття; 4 – корпус; 5 – подаючий трубопровід; 6 – зворотній трубопровід.

Сонячне проміння надходить на поглинач сонячної енергії 1 та трубки для теплоносія 2. При цьому відбувається їх нагрівання. За рахунок різниці температур, та відповідно різниці густин теплоносія в зоні вхідного 5 і вихідного 6 патрубків створюється циркуляція теплоносія. Нагрітий теплоносій через подаючий трубопровід 5 подається у бак-акумулятор гарячої води. Нагріта вода через патрубок подається споживачу. Охолоджений теплоносій по зворотньому трубопроводу 6 повертається у геліопокрівлю, і нагрівається.

Впродовж експерименту вимірювалась температура теплоносія у трьох точках системи (на виході з сонячного колектора, на вході в сонячний колектор та в баці-акумуляторі) ртутними термометрами. Інтенсивність потоку енергії, що випромінювало джерело, вимірювалась актинометром. Кожен експеримент тривав 2 год.

Була складена матриця планування трифакторного експерименту із врахуванням взаємодії факторів., табл. 1. Факторами обрано:

- x_1 – азимутальний кут повороту геліопокрівлі, α° ;
- x_2 – кут нахилу геліопокрівлі, β° ;
- x_3 – інтенсивність теплового потоку I_e , Вт/м².

Параметром оптимізації вибрано коефіцієнт ефективності геліопокрівлі без прозорого покриття K_{ef1} , та коефіцієнт ефективності геліопокрівлі з прозорим покриттям. Він показує як впливає зміна кута падіння променів на ефективність геліосистеми.

Коефіцієнт ефективності геліопокрівлі K_{ef} визначається за формулою:

$$K_{ef} = \frac{y_i}{y_{ст}} \quad (1)$$

де $y_{ст}$ – теплова енергія отримана геліосистемою при куті падіння променів – $\alpha = 90^\circ$ і $\beta = 90^\circ$;
 y_i – отримана теплова енергія геліосистемою за інших кутів падіння променів.

Теплова енергія, що акумулювалась в баку-акумуляторі визначалась за формулою:

$$Q_{бак} = m \cdot c \cdot (t_k - t_n) \quad (2)$$

де m – маса теплоносія в баці-акумуляторі, кг;
 c – питома теплоємність теплоносія, Дж/(кг·К);
 t_k, t_n – відповідно кінцева та початкова температури в баці-акумуляторі, К.

Таблиця 1 – Матриця планування експерименту

№	x_0	x_1	x_2	x_3	x_1x_2	x_1x_3	x_2x_3	$x_1x_2x_3$	K_{ef1}	K_{ef2}
1	+	-	-	-	+	+	+	-	0,42	0,47
2	+	+	-	-	-	-	+	+	0,50	0,53
3	+	-	+	-	-	+	-	+	0,58	0,59
4	+	+	+	-	+	-	-	-	0,75	0,71
5	+	-	-	+	+	-	-	+	0,50	0,59
6	+	+	-	+	-	+	-	-	0,58	0,88
7	+	-	+	+	-	-	+	-	0,92	0,82
8	+	+	+	+	+	+	+	+	1,00	1,0

На основі даних табл. 1 отримаємо наступне рівняння регресії:

$$K_{ef1} = 0,656 + 0,051x_1 + 0,156x_2 - 0,094x_3 + 0,011x_1x_2 - 0,011x_1x_3 + 0,054x_2x_3 - 0,011x_1x_2x_3 \quad (3)$$

$$K_{ef2} = 0,699 + 0,081x_1 + 0,081x_2 - 0,124x_3 - 0,006x_1x_2 + 0,036x_1x_3 + 0,006x_2x_3 - 0,021x_1x_2x_3 \quad (4)$$

Проаналізувавши коефіцієнти рівняння регресії можна зробити висновок, що більший вплив на ефективність геліопокрівлі має інтенсивність теплового потоку I_0 , а кут нахилу геліопокрівлі β та азимутальний кут повороту колектора α впливають менше.

Результати експериментальних досліджень подані у графічній формі:

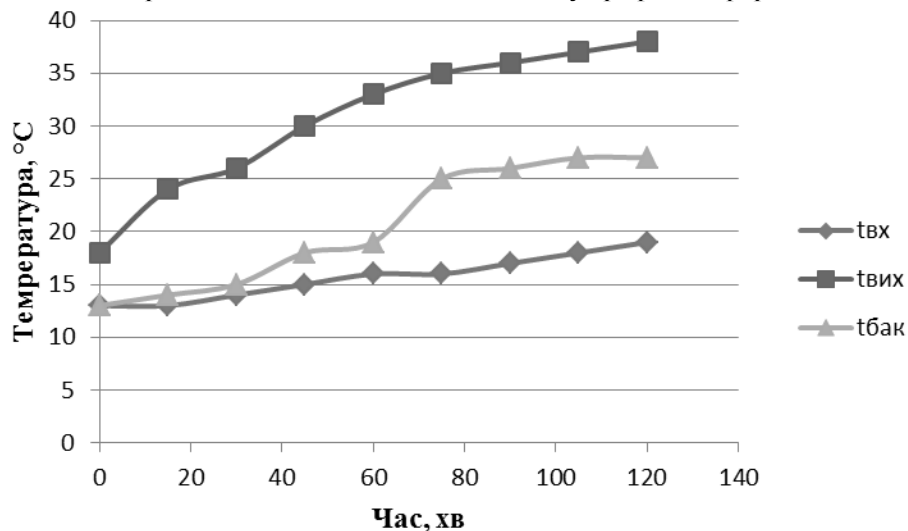


Рисунок 2 – Результати експериментальних досліджень геліопокрівлі без прозорого покриття:

$t_{вх}$ – температура води на вході в геліопокрівлю, °C; $t_{вих}$ – температура води на виході з геліопокрівлі, °C; $t_{бак}$ – температура води в баці-акумуляторі, °C

На даному графіку (рис. 2) ми спостерігаємо різке збільшення температури води в баці-акумуляторі на 30-й хвилині та 60-й хвилині. При цьому температура води на виході з геліопокрівлі поступово нагрівається без різких змін.

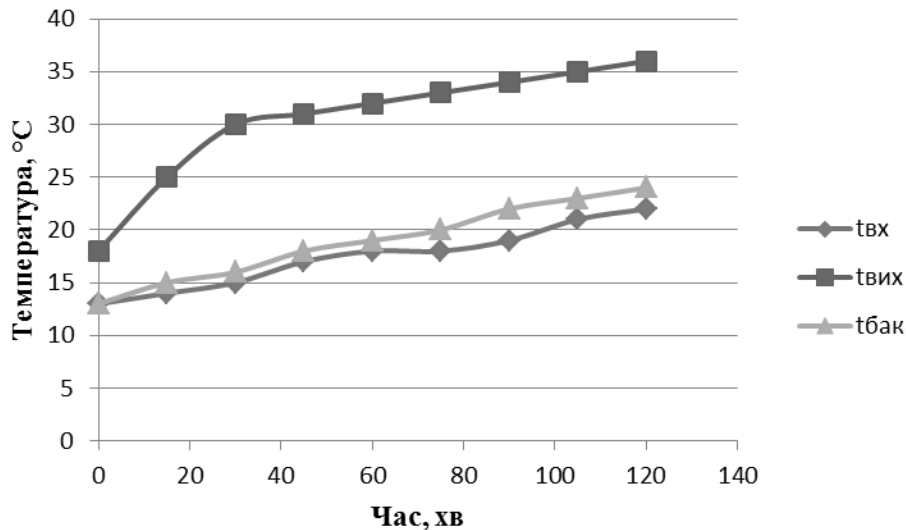


Рисунок 3 – Результати експериментальних досліджень геліопокрівлі з прозорим покриттям: $t_{вх}$ – температура води на вході в геліопокрівлю, °C; $t_{вих}$ – температура води на виході з геліопокрівлі, °C; $t_{бак}$ – температура води в баці-акумуляторі, °C.

На графіку (рис. 3) спостерігається поступове нагрівання води як в баці-акумуляторі, так і на виході з геліопокрівлі.

Проаналізувавши результати експериментальних досліджень, можна зробити висновок, що ефективність геліопокрівлі з прозорим покриттям є вищою на 12,5 %, ніж ефективність геліопокрівлі без прозорого покриття.

Висновок

– Важливим фактором який впливає на ефективність сонячного колектора є наявність прозорого покриття. За інтенсивності теплового потоку $I = 600 \text{ Вт/м}^2$ при використанні геліопокрівлі з прозорим покриттям температура води в баці-акумуляторі становила 27 °C, тоді як при геліопокрівлі без прозорого покриття температура води в баці-акумуляторі досягла 24 °C, що говорить про важливість захисту сонячного колектора прозорим покриттям.

Використана література

1. Харченко Н. В. Индивидуальные солнечные установки / Н. В. Харченко. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 208 с.
2. Гурин, В. Н. Разработка эффективного селективного покрытия и конструкции солнечного теплового коллектора с рекомендациями по его использованию / В. Н. Гурин, И. О. Яшков, Д. В. Гурин // АСУ и приборы автоматики : всеукр. межвед. науч.-техн. сб. – X. : Изд-во ХНУРЭ, 2012. – Вып. 158. – С. 68-72.
3. Даффи Дж. А. Тепловые процессы с использованием солнечной энергии / Дж. А. Даффи, У. А. Бекман ; пер. с англ. под. ред. Ю. Н. Малевского. – М. : Мир, 1977. – 420 с.
4. Шаповал С. П. Ефективність системи теплостачання 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. : В-во НУ "ЛП", 2009. – № 655. – С. 299-302.

Пона Остап Миронович – аспірант кафедри теплогазопостачання і вентиляції Національного університету "Львівська політехніка".

Пона Остап Миронович – аспірант кафедри теплогазоснабження и вентиляции, Национальный университет "Львовская политехника".

Pona Ostop – Lviv Polytechnic National University, Department of Heat and Gas Supply, and Ventilation.