

ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОГЛИНАЮЧОЇ ЗДАТНОСТІ АБСОРБЕРА СОНЯЧНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ВИГОТОВЛЕНОГО З ВУГЛЕГРАФІТОВОЇ ТКАНИНИ

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

В статті розглянуто методи та результати досліджень абсорбера сонячної енергії геліоколектора, що виготовлений із об'ємної вуглеграфітової трикутної тканини. Наведено схему експериментального стенду та приклад обробки отриманих даних. Обчислено коефіцієнт поглинання тканини та визначено напрямки подальших досліджень.

Розвиток технологій значно удосконалив сонячні теплові колектори і в найближчі роки зміна основної концепції цих приладів не передбачається. Оптимізації можуть бути піддані тільки деталі, наприклад, матеріали, що використовуються. Це призводить до необхідності дослідження характеристик та поведінки нових матеріалів в умовах роботи геліоколекторів та їх впливу на ККД приладу та системи в цілому.

Коефіцієнт корисної дії сучасних теплових сонячних колекторів, як правило, визначається експериментально для кожної конкретної моделі, корелюючи отримані дані з рівнянням описаним у стандарті EN12975[1]:

$$\eta = \eta_0 - k_1 \frac{\Delta T}{I_B} - k_2 \frac{\Delta T^2}{I_B}; \quad (1)$$

де, η_0 – оптичний ККД колектора;

k_1, k_2 - коефіцієнти, що враховують геометричні характеристики КСЕ;

ΔT – різниця середньої температури теплоносія в колекторі з

температурою з температурою навколишнього середовища, K ;

I_B – інтенсивність, падаючого на площину КСЕ, сонячного випромінювання, $Вт/м^2$.

В свою чергу оптичний ККД в більшості випадків визначається співвідношенням[2]:

$$\eta_0 = A_s \cdot \varphi; \quad (2)$$

де, A_s – коефіцієнт поглинання (поглинаюча здатність) абсорбера;

φ - пропускну здатність світлопрозорого покриття.

Пропускна здатність – це основна характеристика світлопрозорих покриттів, тому цей показник добре відомий. Поглинаюча здатність абсорберів у відомих моделей геліоколекторів визначається експериментально на основі залежності[2]:

$$A_s = \frac{E_K}{E_0} \quad (3)$$

де, E_0 - енергія випромінювання, що потрапляє на поглинаючу поверхню;
 E_K – корисна теплова енергія, яку отримав абсорбер.

Аналітично визначити поглинаючу здатність поверхні при дослідженні нових типів абсорберів не видається можливим, тому вона знаходиться експериментально.

Мета проведення досліджень – це експериментальне визначення поглинаючої здатності абсорбера із вуглеграфітового текстильного матеріалу шляхом порівняння даних роботи сонячного колектора при інсоляції та при безпосередньому підводі електроенергії до абсорбера. Дослідження проводяться на випробувальному стенді (рис.1).

Стенд містить модель повітряного сонячного теплового колектора, що складається з дерев'яного корпусу 4, що має торцеві отвори для пропускання повітря, розміром нетто 1000x500x100 мм накритего віконним склом 1 товщиною 5мм. Герметичність досягається гумовою прокладкою між склом та корпусом, а також силіконовими ущільнювачами. В середині корпусу розміщена теплова ізоляція 3: бокові та торцеві стінки ізолювані пінопластом (20мм), на дні вкрито лист

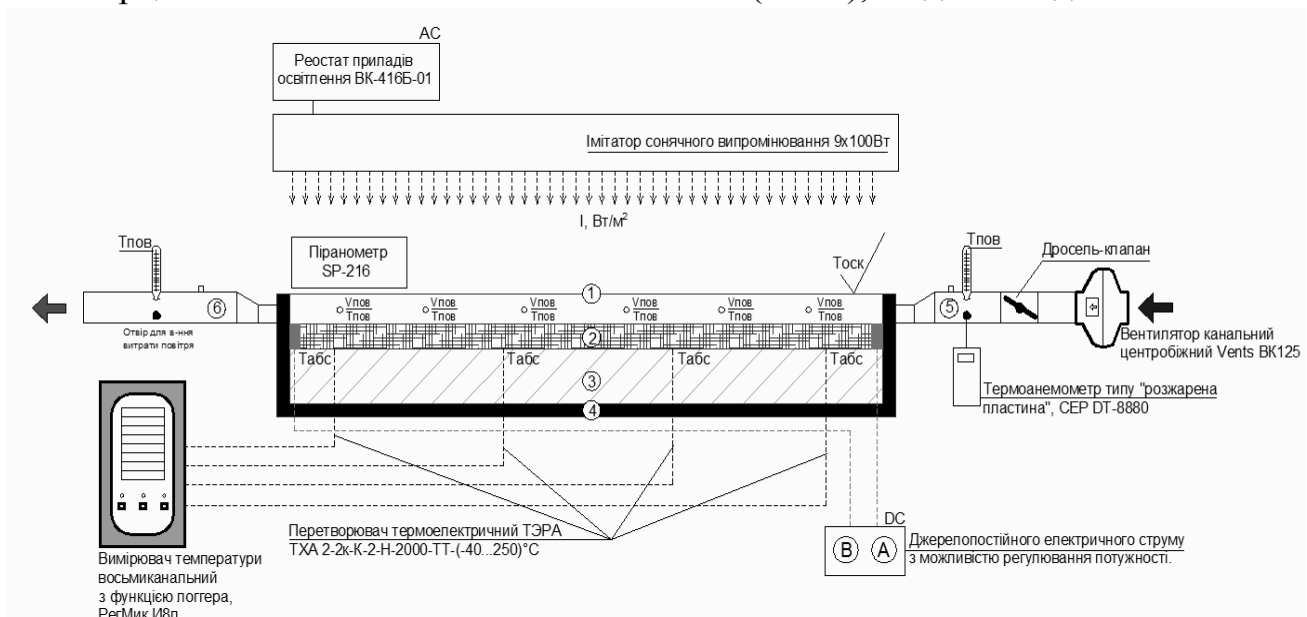


Рис.1. Схема експериментального стенда(1-світлопрозоре покриття, 2-абсорбер, 3- теплоізоляція, 4- корпус, 5-подаючий повітровід, 6-викидний повітровід)

пінопласту товщиною 50 мм, зверху розміщено металізовану мінеральну вату товщиною 25мм, фольгою в бік скла, на котрій закріплено вісім термопар у шаховому порядку для вимірювання температури абсорбера. На ізоляцію укладено об'ємну вуглеграфітову тканину типу «Урал-ТР»[3] товщиною 3-4 мм. Витрата повітря через колектор здійснюється радіальним каналним вентилятором по повітроводам 5 та 6. Витрата повітря регулюється за рахунок ручного дросель клапана. Інсоляцію колектора забезпечує імітатор сонячної енергії, виконаний з куполоподібного рефлектора в який вмонтовано дев'ять 100-ваттних ламп розжарювання. Зміна потужності випромінювання відбувається за рахунок

звичайного реостата. Електричний прогрів абсорбера[4] забезпечується двома мідними провідниками, що вживлені на протилежних краях тканини, підключеними до електроприладу, який зформовано з випрямляча, трансформатора та вимірювальної ділянки (вольтметр, амперметр).

Якщо розглядати колектор як окрему систему, то можна стверджувати, що джерелом теплової енергії в ньому є абсорбер і потужність системи прямо залежить від його температури. Тоді проводяться два типи експериментів: нагрів абсорбера до певної конкретної температури електрострумом та «сонячним випромінюванням», вимірюючи при цьому електричну потужність та потужність випромінювання, що діє на колектор. В такому випадку, тепловтрати через корпус колектора будуть рівними і в кінцевому рахунку скоротяться. Після визначення відношення потужностей отримаємо оптичний ККД колектора з якого з урахуванням відомого значення пропускної здатності скла по залежності (2) визначимо коефіцієнт поглинання. Ефективність перетворення електричної енергії в теплову приймаємо 99%:

$$I_B \cdot F \cdot \eta_0 \cdot K_1 = P_E \cdot K_1 \cdot 0,99; \quad (4)$$

$$\eta_0 = \frac{P \cdot K_1 \cdot 0,99}{I_K \cdot F \cdot K_1} = \frac{P_E \cdot 0,99}{I_K \cdot F}; \quad (5)$$

де, F – площа абсорбера, що сприймає сонячне випромінювання, m^2 ;

K_1 – коефіцієнт тепловтрат через корпус;

P_E – електрична потужність підведена до абсорбера, $Вт$;

Нижче в таблиці 1 наведено приклад обробки експериментальних даних при витраті повітря через колектор 150 кг/год, площі абсорбера $0,46m^2$, також відома пропускна здатність скла - 84%.

Таблиця 1

Експериментальні дані щодо визначення поглинаючої здатності абсорбера

№	t_1 °C	t_2 °C	t_3 °C	t_4 °C	t_5 °C	t_6 °C	t_7 °C	t_8 °C	$T_{абс}$ °C	I_K Вт/м ²	P Вт	η_0	A_s
1 - Е	29,8	30	29,9	30,1	30,1	30,5	30,5	30,7	30,3	233	85	0,79	0,93
1 - С	29,3	29,7	29,7	30,2	30,5	30,5	30,7	31,2	30,4				
2 - Е	39,4	39,5	39,4	39,9	39,9	40,2	40,2	40,4	40,1	302	112	0,8	0,94
2 - С	39,1	39,5	39,4	39,5	40	40,2	40,9	41,1	40,1				
3 - Е	49,2	48,9	49,4	49,5	49,9	50,2	50,4	50,7	49,8	376	137	0,78	0,92
3 - С	48,2	48,2	49,1	49,6	49,7	50,2	50,1	51	49,5				
4 - Е	54,3	54,5	54,4	55,1	55	55,7	55,6	55,9	55,1	466	172	0,79	0,93
4 - С	53,7	54,1	54,2	54,5	54,9	55,4	55,4	55,9	54,8				
5 - Е	64,1	64,2	64,4	64,6	65,1	65,7	66,3	66,4	65,1	650	239	0,79	0,93
5 - С	63,2	64	64,1	64,6	65,2	65,5	65,9	66,9	64,9				

В результаті обробки експериментальних даних встановлено, що поглинаюча здатність об'ємної вуглеграфітової трикотажної тканини складає 0,92-0,94, при тому, що у селективних покриттів сучасних геліоколекторів вона становить 0,95. Відомо, що завданням селективного покриття крім високої поглинаючої здатності є також низький коефіцієнт випромінювання ϵ [5], що спонукає до дослідження ϵ для впевненого твердження про відсутність необхідності в додаткових коштовних покриттях абсорберів виготовлених з вуглеграфітових тканин.

Література

1. A Guide to the standard EN12975, Quality Assurance in Solar Heating and Cooling Technology, SP – Technical Research Institute of Sweden Peter Kovacs, SP, 2012
2. Даффі Дж. А. Бекман У.А. Тепловые процессы с использованием солнечного излучения. М.: Мир, 1977 г. – 413 с.
3. <http://him-prom.perm.ru/>
4. Пасічник П.О., Приймак О.В. Аналіз властивостей текстильних матеріалів для поглинаючого елемента повітряного колектора сонячної енергії . Энергоефективність в будівництві: науково-технічний збірник. – Вип. 4/– К.: КНУБА, 2013. – 201-204 с.
5. ООО «Виссманн». Книга о «солнце» /- К.: Злато-Граф, 2010, 195с.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГЛОЩАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ АБСОРБЕРА СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ ИЗГОТОВЛЕННОГО ИЗ УГЛЕУГРАФИТОВОЙ ТКАНИ

П. А. Пасечник

В статье рассмотрены методы и результаты исследований абсорбера солнечной энергии гелиоколлектора, изготовленного из объемной углеграфитовой трикотажной ткани. Приведена схема экспериментального стенда и пример обработки полученных данных. Вычислено коэффициент поглощения ткани и определено направление дальнейших исследований.

EXPERIMENTAL STUDY ABSORPTIVE CAPACITY SOLAR ENERGY ABSORBER, WHICH IS MADE OF CARBON FIBER TEXTILES

Pavlo A. Pasichnik

Article describes the methods and results of experimental studies of the properties of the absorber of solar energy, which is made of carbon fiber textiles. Submitted to a test stand and an example of data processing. Calculated the absorption coefficient of textiles and identify areas for further research.