

УДК 621.184.54

DOI: 10.15587/2312-8372.2019.190119

РОЗРОБКА СОНЯЧНОГО КОЛЕКТОРА НА ОСНОВІ АЛЮМІНІЄВИХ КОНСТРУКЦІЙНИХ ТЕПЛОВИХ ТРУБ

Мариненко В. І., Кулинич В. С.

РАЗРАБОТКА СОЛНЕЧНОГО КОЛЛЕКТОРА НА ОСНОВЕ АЛЮМИНИЕВЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ ТЕПЛОВЫХ ТРУБ

Мариненко В. И., Кулинич В. С.

DEVELOPMENT OF A SOLAR COLLECTOR BASED ON ALUMINUM CONSTRUCTION HEAT PIPES

Marinenko V., Kulynych V.

Об'єктом дослідження є теплова ефективність сонячних колекторів на основі алюмінієвих конструкційних теплових труб. Сонячні колектори з тепловими трубами мають конструктивно схоже виконання. На теплосприймаючій панелі закріплені теплові труби зоною випаровування, а зони конденсації – розташовані у баку-акумуляторі. Відмінності маютьесь тільки в конструкціях поглинальних панелей, ділянках зон конденсації та теплоносіях теплових труб. Одним з найбільш проблемних місць дослідження є обґрунтування та розробка нової конструкції теплопоглинальної панелі сонячного колектора на основі теплових труб.

Проведений огляд публікацій показав, що сонячний колектор на основі алюмінієвих конструкційних теплових труб, які працюють в режимі двофазного термосифона, має теплові втрати при передачі радіаційного теплообміну в довгохвильовому діапазоні між поглинаючою плоскою панеллю і тепловою трубою. Запропоновано проект сонячного колектора з новою, поглинаючою сонячні промені, панеллю. Для проведення аналізу ефективності роботи сонячного колектора на основі алюмінієвих конструкційних теплових труб з новою поглинальною панеллю створено два макети сонячних колекторів – з плоскою поглинальною панеллю і циліндричною поглинальною панеллю.

Методом теплофізичного експерименту досліджені моделі сонячних колекторів на основі однієї алюмінієвої конструкційної теплової труби, закріпленої на алюмінієвій плоскій та алюмінієвих циліндричних поглинальних поверхнях.

Наведені результати досліджень ефективності моделей сонячних колекторів. Теплова ефективність нового сонячного колектора на основі алюмінієвої конструкційної теплової труби з циліндричною поглинальною панеллю у початковий період нагріву води до 6 % більша ніж у сонячного колектора з плоскою поглинальною панеллю, а в кінці нагріву – до 1,5 %.

Циліндрична поверхня панелі грає роль концентратора відбитої частини випромінювання і власного випромінювання панелі в районі теплової труби.

Подальші дослідження планується проводити в напрямку оптимізації геометричних параметрів теплопоглинальних поверхонь сонячних колекторів.

Ключові слова: сонячний колектор, алюмінієва конструкційна тепла труба, алюмінієва плоска поглинальна панель, алюмінієва циліндрична поглинальна панель.

Объектом исследования является тепловая эффективность солнечных коллекторов на основе алюминиевых конструкционных тепловых труб. Солнечные коллекторы с тепловыми трубами имеют конструктивно похожее выполнение. На тепловоспринимающей панели закреплены тепловые трубы зоной испарения, а зоны конденсации – расположены в баке-аккумуляторе. Различия имеются только в конструкциях поглощающих панелей, участках зон конденсации и теплоносителях тепловых труб. Одним из самых проблемных мест исследования является обоснование и разработка новой конструкции теплопоглощающей панели солнечного коллектора на основе тепловых труб.

Проведенный обзор публикаций показал, что солнечный коллектор на основе алюминиевых конструкционных тепловых труб, работающих в режиме двухфазного термосифона, имеет тепловые потери при передаче радиационного теплообмена в длинноволновом диапазоне между поглощающей плоской панелью и тепловой трубой. Предложен проект солнечного коллектора с новой, поглощающей солнечные лучи, панелью. Для проведения анализа эффективности работы солнечного коллектора на основе алюминиевых конструкционных тепловых труб с новой поглощающей панелью созданы два макета солнечных коллекторов – с плоской поглощающей панелью и цилиндрической поглощающей панелью.

Методом теплофизического эксперимента исследованы модели солнечных коллекторов на основе одной алюминиевой конструкционной тепловой трубы, закрепленной на алюминиевой плоской и алюминиевых цилиндрических поглощающих поверхностях.

Приведены результаты исследований эффективности моделей солнечных коллекторов. Тепловая эффективность нового солнечного коллектора на основе алюминиевой конструкционной тепловой трубы с цилиндрической поглощающей панелью в начальный период нагрева воды до 6 % больше, чем у солнечного коллектора с плоской поглощающей панелью, а в конце нагрева – до 1,5 %. Цилиндрическая поверхность панели играет роль концентратора отраженной части излучения и собственного излучения панели в районе тепловой трубы.

Дальнейшие исследования планируется проводить в направлении оптимизации геометрических параметров теплопоглощающих поверхностей солнечных коллекторов.

Ключевые слова: солнечный коллектор, алюминиевая конструкционная тепловая труба, алюминиевая плоская поглощающая панель, алюминиевая цилиндрическая поглощающая панель.

1. Вступ

При створенні пристроїв тепломасопереносу використання теплових труб (ТТ) чи двофазних термосифонів (ДТС) відкриває широкі можливості для вирішення проблем в нових енергоефективних системах [1–3]. Відомі різні конструктивні рішення із використанням ТТ і ДТС в системах енергозбереження [1, 4, 5]. А також в системах, що працюють з використанням відновлюваних джерел енергії [6, 7]. ТТ і ДТС мають гарну перспективу у використанні в сонячних енергетичних системах. Сонячна енергія – джерело енергії, як крок до зменшення залежності від інших енергетичних ресурсів. В теперішній час вже існує промислове виробництво ТТ (ДТС) і сонячних колекторів (СК) на їх основі [8]. В СК ТТ і ДТС дозволяють забезпечити спрощення збирання конструкції, високу модульність, ремонтоздатність і надійність. Застосовують СК для підігріву води активного чи пасивного типу. В активній системі використовується електричний насос для циркуляції рідини через колектор. Пасивна система не має насоса і використовує тільки природну циркуляцію. СК з ТТ чи ДТС мають конструктивно схоже виконання. На теплосприймаючій панелі закріплені ТТ (ДТС) зоною випаровування, а зони конденсації – розташовані у баку-акумуляторі. Відмінності маютьесь тільки в конструкціях поглинальних панелей, ділянках зон конденсації та теплоносіях ТТ (ДТС). Автори досліджень [9, 10] розробили і створили СК на основі алюмінієвих профільних ТТ з аксіальними канавками Ω -подібної форми, що працюють в режимі двофазного термосифону. Панель колектора, що поглинає теплоту сонячних променів, складається з алюмінієвих ТТ, виготовлених із плоского алюмінієвого профілю. Теплота, що сприймається плоскою поверхнею зони випаровування ТТ, передається рідинному теплообміннику, розташованому на зонах їх конденсації. Така система теплопередачі забезпечує низький гідравлічний опір теплообмінника сонячного колектора і, відповідно, малі енергозатрати на роботу насоса. Недоліком такого СК є те, що він має теплові втрати при передачі радіаційного теплообміну в довгохвильовому діапазоні між поглинаючою плоскою панеллю і тепловою трубою.

Автори даної роботи пропонують технічне вирішення вище вказаного недоліку за рахунок створення нової, поглинаючої сонячні промені, панелі. Переріз повномасштабного колектора з новою поглинальною панеллю показано на рис. 1.

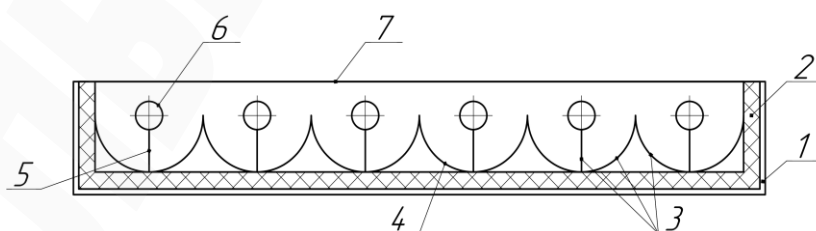


Рис. 1. Поперечний переріз сонячного колектора (СК):

- 1 – корпус СК; 2 – теплоізоляція; 3 – абсорбер; 4 – циліндричний сегмент; 5 – ребро; 6 – теплова труба; 7 – скляна кришка

Щоб не створювати повномасштабний новий СК згідно рис. 1, було запропоновано виготовити елемент СК спеціального профілю.

Елемент спеціально профільованої поглинаючої панелі виконаний у вигляді циліндричної поверхні, у нижній внутрішній частині якої закріплене ребро, на вільному кінці якого розташовується зона випаровування ТТ.

Циліндрична поверхня панелі грає роль концентратора відбитої частини випромінювання і власного випромінювання панелі в районі теплової труби [11].

Для проведення аналізу ефективності роботи нового СК на основі алюмінієвої конструкційної ТТ з циліндричною поглинальною панеллю було створено два макети СК – з плоскою поглинальною панеллю і циліндричною поглинальною панеллю.

Таким чином, *об'єктом дослідження* є теплова ефективність сонячних колекторів на основі алюмінієвих конструкційних ТТ. *А мета даної роботи* полягає у розробці конструкції елемента СК, на основі якої можна підвищити ефективність СК за рахунок реалізації додаткового радіаційного теплообміну в довгохвильовому діапазоні між поглинальною панеллю і тепловою трубою з теплоносієм.

2. Методика проведення досліджень

Для проведення досліджень автори розробили і створили дві експериментальні установки у відповідності з [12]. На рис. 2 показана конструкція сонячного підігрівача води, що виконаний з елемента високоєфективної теплопоглинальної алюмінієвої панелі і одної алюмінієвої конструкційної ТТ. ТТ закріплена на панелі зоною випаровування, а зона конденсації розміщується у рідинному теплообміннику типу «труба в трубі», який під'єднаний до баку-теплоаккумулятора. В якості теплоносія алюмінієвих теплових труб використовується пентан.

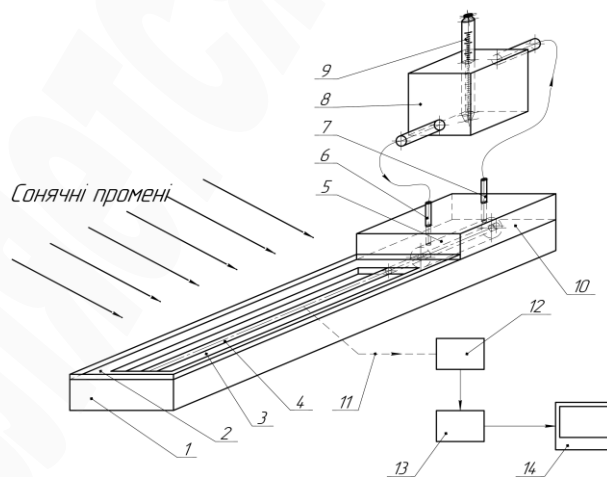


Рис. 2. Сонячний підігрівач води:

- 1 – герметичний корпус; 2 – скляна кришка; 3 – теплопоглинальна панель елемента сонячного колектора; 4 – тепла труба; 5 – теплообмінник типу «труба в трубі»; 6 – вхід теплоносія; 7 – вихід теплоносія; 8 – бак-теплоаккумулятор; 9 – термометр; 10 – теплоізоляційна кришка; 11 – термопари мідь-константан; 12 – модуль аналогового вводу; 13 – адаптатор сигналів; 14 – персональний комп'ютер

Дослідження елементів СК на основі алюмінієвих конструкційних ТТ, що закріплені на плоскій (рис. 3, *a*) і циліндричній (рис. 3, *б*) поглинальних панелях, здійснювалися з використанням сонячних променів в літній період часу. Потужність теплового потоку сонячних променів визначалася пірометром ФЭП-4 (Росія).

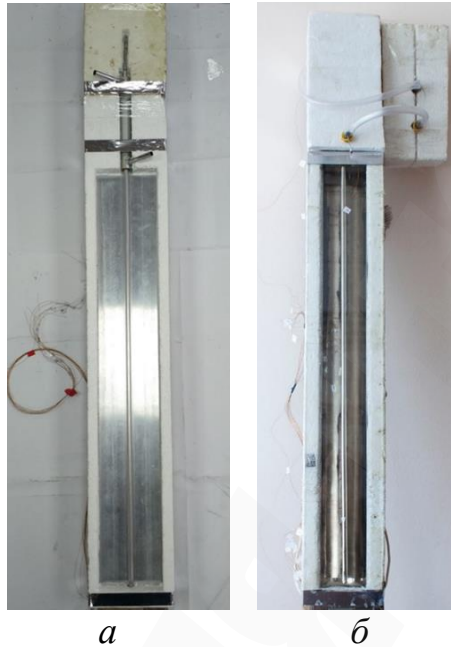


Рис. 3. Елемент сонячного колектора на основі алюмінієвої конструкційної теплової труби, що закріплена на алюмінієвій теплопоглинальній панелі:
a – плоскій; *б* – циліндричній

3D-модель конструкції СК на основі алюмінієвої конструкційної ТТ, що закріплена на циліндричній алюмінієвій поглинальній панелі показана на рис. 4.

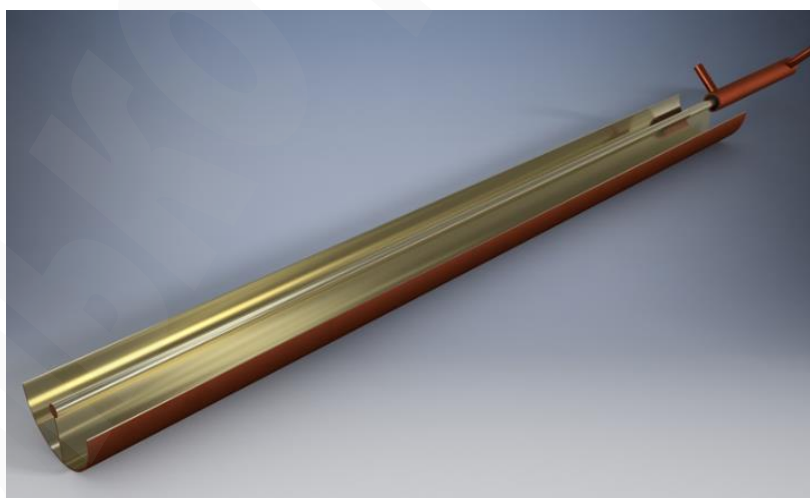


Рис.4. 3D-модель конструкції сонячного колектора на основі алюмінієвої конструкційної теплової труби, закріпленої на циліндричній алюмінієвій панелі

У склад експериментальних установок сонячних підігрівачів води (СПВ) включені такі вимірювальні прилади:

– ртутний термометр з ціною ділення 0,1 °С для визначення температури води у баку-акумуляторі сонячного підігрівника;

– мідь-константанові термопари з діаметром дроту 0,15 мм для вимірювання температурного поля поглинальної панелі, температури зовнішньої стінки ТТ, температури на вході і виході з теплообмінника;

– модуль аналогового вводу;

– адаптер сигналів;

– персональний комп'ютер;

– пірометр ФЭП-4 для вимірювання величини радіаційного потоку сонячного випромінювання, що падає на експериментальні ділянки.

Геометричні характеристики алюмінієвих конструкційних ТТ, що закріплені на алюмінієвій плоскій і циліндричній теплопоглинальних панелях (рис. 5):

– зовнішній діаметр $d_3=10$ мм;

– внутрішній діаметр $d_{BH1}=5$ мм;

– внутрішній діаметр $d_{BH2}=8$ мм;

– довжина $l=1000$ мм;

– кількість аксіальних Ω -подібних канавок – 14 шт.

Геометричні характеристики плоского абсорбера із алюмінієвого сплава АД31:

– довжина $l=810$ мм;

– ширина $b=120$ мм;

– товщина $S=1,2$ мм.

Геометричні характеристики циліндричного абсорбера із алюмінієвого сплава АД31:

– довжина $l=810$ мм;

– радіус циліндричної поверхні $R=38,2$ мм;

– товщина $S=1,2$ мм.

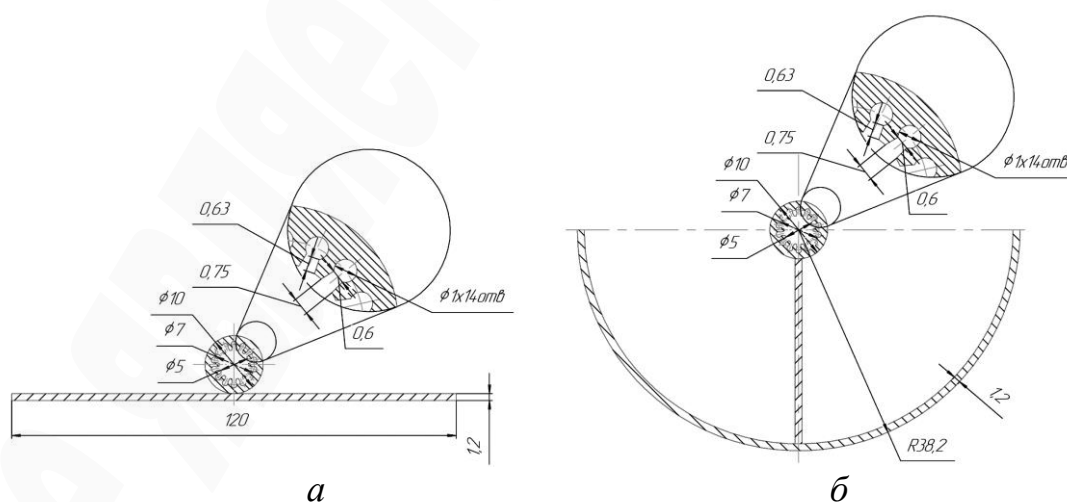


Рис. 5. Переріз експериментальної ділянки з поглинальною панеллю:
а – плоскою; б – циліндричною

Кількість теплової енергії, що поглинається водою в СПВ, визначалась за формулою:

$$Q = c_v \cdot M_v (t_{v1} - t_{v2}), \text{ Дж},$$

де c_v – теплоємність води, Дж/(кг К); M_v – кількість води, що нагрівається, кг; t_{v1} – середня температура води в баку-акумуляторі, °С; t_{v2} – попередня середня температура води в баку-акумуляторі, °С.

Величина питомого теплового потоку, що сприймається теплопоглинальною поверхнею сонячних колекторів, визначається за формулою:

$$q = \frac{Q}{F \cdot \tau}, \text{ Вт/м}^2,$$

де F – площі теплопоглинальних поверхонь плоского чи циліндричного колекторів, м²; τ – час роботи СПВ між замірами температур води в баку-акумуляторі, °С.

Площі теплопоглинальних поверхонь плоского і циліндричного СК були рівними.

Коефіцієнти корисної дії СПВ розраховувались, як відношення величини питомого теплового потоку q до створеного сонцем падаючого потоку інфрачервоного випромінювання $E \approx 850 \text{ Вт/м}^2$:

$$\eta = \frac{q}{E}.$$

Для порівняння різних типів конструкцій СК використовується характеристика їх ефективності – коефіцієнт корисної дії в залежності від:

$$X = (t_v - t_{\text{пов}}) / E, \text{ К} \cdot \text{м}^2 / \text{Вт},$$

де t_v – середня температура води в баку-акумуляторі, °С; $t_{\text{пов}}$ – середня температура повітря, °С, E – потік сонячної радіації, що падає на СК, Вт/м².

Параметр X являє собою змінну величину термічних опорів даної конструкції СК.

3. Результати досліджень та обговорення

Результати досліджень плоского СК наведені в табл. 1, а циліндричного – в табл. 2.

Таблиця 1

Результати експериментальних досліджень сонячного колектора на основі алюмінієвої теплової труби з плоскою алюмінієвою поглинальною панеллю

№ п/п	t_1 , °C	t_2 , °C	t_3 , °C	$t_{пов}$, °C	t_6 , °C	Δt , °C	τ , хв	Q , кДж	$Q_{п}$, Вт	q , Вт/м ²	ККД	$X \cdot 10^3$, К·м ² /Вт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	46,8	51,5	49,2	42,1	43,6	—	0	—	—	—	—	—
2	46,8	53,8	49,9	42,0	44,4	0,8	2	1,5	12,54	129,0	0,152	2,8
3	48,0	56,1	50,7	42,4	45,4	1,0	4	1,9	15,68	159,9	0,188	4
4	49,2	58,4	51,5	42,3	45,9	0,5	6	0,94	7,84	80,0	0,094	4,6
5	49,2	58,4	51,5	42,1	46,7	0,8	8	1,5	12,54	128,0	0,151	5,5
6	49,2	58,4	53,8	42,5	47,5	0,8	10	1,5	12,54	128,0	0,151	6,5
7	51,5	60,0	53,8	43	48,4	0,9	12	1,7	14,11	144,0	0,169	7,5
8	51,5	60,0	53,8	41,8	49,3	0,9	14	1,7	14,11	144,0	0,169	8,6
9	51,5	60,0	55,4	42,3	50,0	0,7	16	1,3	10,97	112,0	0,132	9,4
10	52,7	60,0	56,1	42,0	50,8	0,8	18	1,5	12,54	128,0	0,151	10,4
11	53,8	60,0	56,1	41,9	51,5	0,7	20	1,3	10,97	112,0	0,132	11,2
12	52,5	60,0	54,6	42,6	52,0	0,5	22	0,94	7,84	80,0	0,094	11,8
13	53,8	60,0	56,1	42,0	52,8	0,8	24	1,5	12,54	128,0	0,151	12,7
14	53,8	60,0	58,4	42,6	53,4	0,6	26	1,1	9,41	96,0	0,113	13,4
15	56,1	60,0	58,4	43,0	54,0	0,6	28	1,1	9,41	96,0	0,113	14,1
16	56,1	60,7	58,4	41,8	54,6	0,6	30	1,1	9,41	96,0	0,113	14,8
17	56,1	60,7	58,8	42,5	55,7	1,1	34	2,1	8,62	88,0	0,103	16,1
18	56,6	63,0	60,7	42,7	56,4	0,7	38	1,3	5,49	56,0	0,066	16,9
19	58,4	63,0	60,7	42,2	57,2	0,8	42	1,5	6,27	64,0	0,075	17,9
20	58,4	65,4	60,7	41,0	58,3	1,1	46	2,1	8,62	88,0	0,103	19,2
21	59,6	66,5	63,0	42,6	59,6	1,3	54	2,4	5,09	52,0	0,061	20,7
22	61,7	66,5	63,7	42,8	61,0	1,4	64	2,6	4,39	44,8	0,053	22,4
23	63,7	67,5	63,8	42,6	63,0	2,0	72	3,8	3,92	40,0	0,047	24,7
24	64,7	67,5	64,8	41,7	64,0	1,0	80	1,9	3,92	40,0	0,047	25,9
25	64,8	67,5	65,8	42,0	64,6	0,6	88	1,1	2,35	24,0	0,028	26,6
26	65,5	67,5	65,8	43,2	65,2	0,6	96	1,1	2,35	24,0	0,028	27,3
27	65,5	68,8	66,5	42,6	65,3	0,1	104	1,9	0,39	4,0	0,005	27,4

Таблиця 2

Результати експериментальних досліджень сонячного колектора на основі алюмінієвої теплової труби з циліндричною алюмінієвою поглинальною панеллю

№ п/п	t_1 , °C	t_2 , °C	t_3 , °C	$t_{пов}$, °C	t_6 , °C	Δt , °C	τ , хв	Q , кДж	$Q_{п}$, Вт	q , Вт/м ²	ККД	$X \cdot 10^3$, К·м ² /Вт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	45,2	56,4	49,3	42,1	43,6	—	0	—	—	—	—	—
2	46,3	59,1	51,3	42,0	44,8	1,2	2	2,3	18,81	193,5	0,228	3,3
3	47,5	61,0	53,4	42,4	45,8	1,0	4	1,9	15,68	161,3	0,190	4,5

Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
4	48,9	61,6	54,3	42,3	46,7	0,9	6	1,7	14,11	145,1	0,171	5,5
5	49,6	63,0	56,3	42,1	47,8	1,1	8	2,1	17,24	177,4	0,209	6,8
6	51,3	64,4	56,5	42,5	48,5	0,7	10	1,3	10,97	112,9	0,133	7,6
7	51,7	64,2	57,1	43	49,5	1,0	12	1,9	15,68	161,3	0,190	8,8
8	52,0	67,5	58,3	41,8	50,5	1,0	14	1,9	15,68	161,3	0,190	10,0
9	52,9	64,6	58,9	42,3	51,5	1,0	16	1,9	15,68	161,3	0,190	11,2
10	52,9	64,8	58,0	42,0	52,3	0,8	18	1,5	12,54	129,0	0,152	12,1
11	53,8	65,1	58,9	41,9	53,1	0,8	20	1,5	12,54	129,0	0,152	13,1
12	58,4	66,0	60,0	42,6	54,0	0,9	22	1,7	14,11	145,1	0,171	14,1
13	55,2	64,8	59,7	42,0	54,5	0,5	24	0,9	7,84	80,6	0,095	14,7
14	55,9	65,3	60,6	42,6	55,1	0,6	26	1,1	9,41	96,8	0,114	15,4
15	56,6	65,5	61,1	43,0	55,8	0,7	28	1,3	10,97	112,9	0,133	16,2
16	57,3	67,3	62,3	41,8	56,3	0,5	30	0,9	7,84	80,6	0,095	16,8
17	58,4	67,5	63,2	42,5	57,1	0,8	34	1,5	6,27	64,5	0,076	17,8
18	58,9	68,7	64,1	42,7	58,2	1,1	38	2,1	8,62	88,7	0,104	19,1
19	60,5	69,8	64,5	42,2	58,9	0,7	42	1,3	5,49	56,4	0,066	19,9
20	61,4	69,1	66,1	41,0	59,9	1,0	46	1,9	7,84	80,6	0,095	21,1
21	62,6	68,9	66,6	42,6	61,0	1,1	54	2,1	4,31	44,3	0,052	22,4
22	63,5	70,7	67,9	42,8	62,3	1,3	64	2,4	4,08	41,9	0,049	23,9
23	64,2	69,1	67,5	42,6	63,5	1,2	72	2,3	4,7	48,4	0,057	25,3
24	65,1	70,7	69,4	41,7	65,0	1,5	80	2,8	5,88	60,5	0,071	27,1
25	65,3	70,9	69,1	42,0	65,2	0,2	88	0,4	0,78	8,1	0,009	27,3
26	66,4	72,0	71,7	43,2	66,0	0,8	96	1,5	3,13	32,3	0,038	28,2
27	66,6	70,7	69,8	42,6	66,2	0,2	104	0,4	0,78	8,1	0,009	28,5

Умовні позначення в табл. 1, 2:

t_1 – температура ТТ в зоні конденсації, °С;

t_2 – температура ТТ в зоні випаровування, °С;

t_3 – середнє значення температури поглинальної панелі, °С;

$t_{\text{пов}}$ – температура навколишнього повітря, °С;

t_6 – температура води, що нагрівається в баку-акумуляторі, °С;

Δt – приріст температури води в баку-акумуляторі між замірами, °С;

τ – час виконання замірів, хв;

Q – кількість теплової енергії, що поглинається водою через теплообмінник за визначені проміжки часу, Дж;

$Q_{\text{п}}$ – величина теплового потоку, що сприймається теплопоглинальною поверхнею СК, Вт;

q – величина питомого теплового потоку, що сприймається теплопоглинальною поверхнею СК, Вт/м²;

η – коефіцієнт корисної дії СК;

X – змінна величина термічних опорів.

Графіки ефективності елементів СК на основі алюмінієвої конструкційної ТТ, що закріплена на плоскій або циліндричній алюмінієвій теплопоглинальній панелі, приведені на рис. 6, а залежності приросту температури води в баку-теплоакумуляторі від часу – на рис. 7.

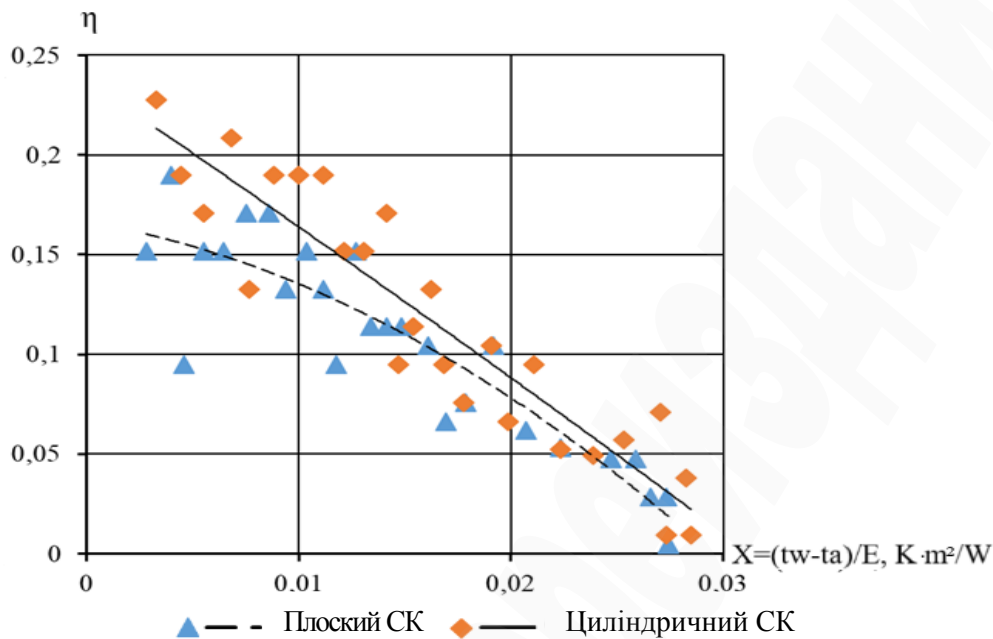


Рис. 6. Залежності поточних значень коефіцієнта корисної дії від параметра X для алюмінієвого плоского і циліндричного сонячного колектора

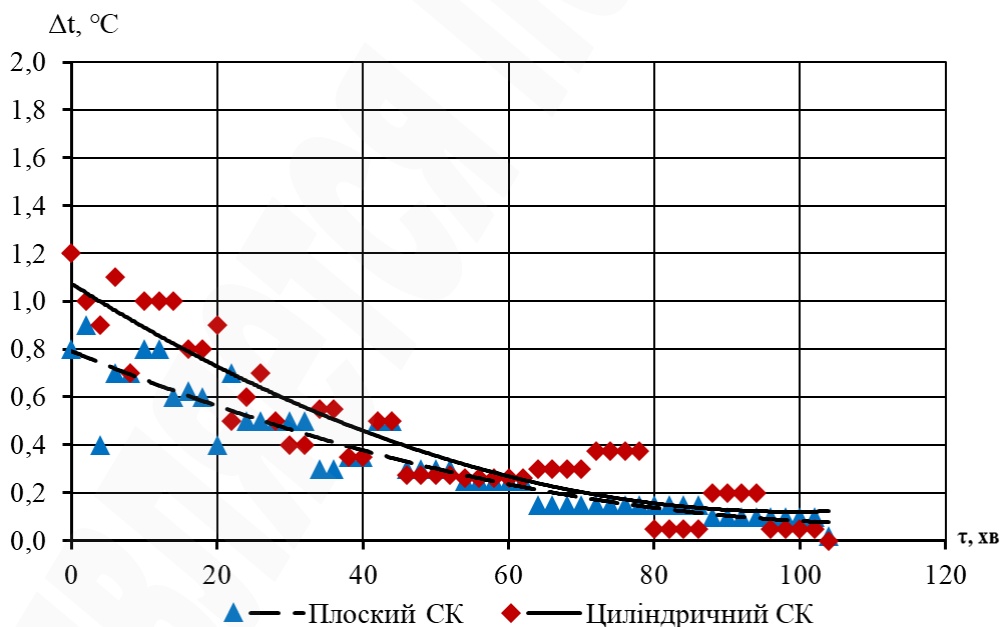


Рис. 7. Залежності приросту температури води в баку-теплоакумуляторі від часу для алюмінієвого плоского і циліндричного сонячного колектора

На рис. 6 показано, що поточний ККД СК на основі алюмінієвої конструкційної теплової труби з циліндричною поглинальною панеллю у початковий період нагріву води до 6 % більший, ніж у сонячного колектора з плоскою поглинальною панеллю, а в кінці нагріву – до 1,5 %.

При проведенні досліджень середня температура повітря дорівнювала 42,3 °С. Початкова температура води в баках-акумуляторах – 43,6 °С. Кінцева температура води у баку-акумуляторі СПВ з СК на основі алюмінієвої ТТ, що закріплена на плоскій алюмінієвій панелі – 65,2 °С. Кінцева температура води у баку-акумуляторі СПВ з СК на основі алюмінієвої ТТ, що закріплена на циліндричній алюмінієвій панелі, дорівнює 66,2 °С.

4. Висновки

Розроблено і досліджено нову конструкцію елемента сонячного колектора, на основі якої можна підвищити теплову ефективність сонячного колектора на основі алюмінієвих конструкційних теплових труб. Показано, що теплова ефективність нового сонячного колектора на основі алюмінієвої конструкційної теплової труби з циліндричною поглинальною панеллю у початковий період нагріву води до 6 % більша ніж, у сонячного колектора з плоскою поглинальною панеллю, а в кінці нагріву – до 1,5 %.

Результати дослідження сонячних колекторів на основі алюмінієвих конструкційних теплових труб стануть у нагоді при розробці нових конструкцій сонячних колекторів.

Література

1. Bezrodny, M. K., Pioro, I. L., Kostyuk, T. O. (2005). *Transfer Processes in Two-phase Thermosyphone Systems. Theory and Practice*. Kyiv: Augmented and Revised Edition. Fact, 704.
2. Peterson, G. P. (1994). *An Introduction to Heat Pipes: modelling, testing and application*. Wiley, 356.
3. Gaugler, R. S. (1966). Pat. No. 3229759 US. *Evaporation – condensation heat transfer devise*. Declared: 02.12.1963; published: 18.01.1966.
4. Reay, D. A., Kew, P. A. (2006). *Heat Pipes*. Fifth Edition, 374.
5. Semena, M. G., Gershuni, A. N., Zaripov, V. K. (1984). *Teplovye truby s metallovoloknistymi kapilliarnymi strukturami*. Kyiv: Vischa shkola, 214.
6. Singh, R., Mochizuki, M., Nguyen, T., Akbarzadeh, A. (2011). Application of heat pipes in energy conservation and renewable energy-based systems. *Frontiers in Heat Pipes*, 2, 033003, 1–13.
7. Vasiliev, L. L. (1988). *Heat pipes in the systems with renewable energy sources. Science and technology*. Minsk, 7–35.
8. Walker, A., Mahjouri, F., Stieler, R. (2004). *Evacuated-Tube Heat-Pipe Solar Collectors Applied to the Recirculation Loop in a Federal Building*. NREL Report, No. CP-710-36149, 9.
9. Rassamakin, B. M., KHairnasov, S. M., Zaripov, V. K. (2012). *Razrabotka i issledovanie teplovykh trub novogo profilia dlia solnechnykh kollektorov s ispolzovaniem selektivnogo pokrytiia pogloschaischei poverkhnosti*. Otchet po NIR. KPI im. Igoria Sikorskogo – 2434 – p; Nomer gosregistracii temy – 0111U000567. Kyiv.
10. Khairnasov, S. M. (2010). Eksperimentalnoe issledovanie effektivnogo ploskogo solnechnogo kollektora na teplovykh trubakh. *Vozobnovliaemaia energii*, 2 (21), 35–39.

11. Marinenko, V. I. (2017). Pat. No. 118736 UA. *Element soniachnogo kolektora*. MPK F24J 2/04. No. u 201701760; declared: 04.02.2017; published: 28.08.2017, Biul. No. 16.

12. Khairnasov, S. M., Marinenko, V. I. (2017). *Soniachnii pidigrivach vodi*. Pat. No. 118386 UA. MPK: F24J 2/00. No. u 201700348; declared: 13.01.2017; published: 10.08.2017, Biul. No. 1.

The object of research is the thermal efficiency of solar collectors based on aluminum structural heat pipes. Solar collectors with heat pipes have a structurally similar design. The heat-absorbing panel secures the heat pipes to the evaporation zone, and the condensation zones are located in the battery tank. The differences are only in the designs of the absorption panels, the areas of the condensation zones and the heat carriers of the heat pipes. One of the most problematic places of research is the justification and development of a new design of a heat-absorbing solar collector panel based on heat pipes.

A review of the publications showed that a solar collector based on aluminum structural heat pipes operating in the two-phase thermosyphon mode has a heat loss when transmitting radiation heat exchange in the long-wavelength range between the absorbing flat panel and the heat pipe. The project of a solar collector with a new, absorbing solar rays panel is proposed. To analyze the efficiency of the solar collector based on aluminum structural heat pipes with a new absorption panel, two models of solar collectors were created – with a flat absorber panel and a cylindrical absorber panel.

The models of solar collectors based on one aluminum structural heat pipe fixed on aluminum flat and aluminum cylindrical absorption surfaces are investigated by the method of thermophysical experiment.

The results of studies of the efficiency of solar collector models are presented. The thermal efficiency of a new solar collector based on an aluminum structural heat pipe with a cylindrical absorbing panel in the initial period of heating water is up to 6 % higher than that of a solar collector with a flat absorbing panel, and at the end of heating up to 1,5 %. The cylindrical surface of the panel plays the role of a concentrator of the reflected part of the radiation and the own radiation of the panel in the region of the heat pipe.

Further studies are planned to be conducted in the direction of optimization of the geometric parameters of the heat-absorbing surfaces of solar collectors.

Keywords: *solar collector, aluminum structural heat pipe, aluminum flat absorber panel, aluminum cylindrical absorber panel.*