

ГЕЛІОКОЛЕКТОР-КОНЦЕНТРАТОР НА БАЗІ «ЗОНАЛЬНОГО» ФОКЛІНА

В усьому світі відновлювальні джерела енергії, особливо сонячної, привертають до себе все більше уваги [4]. Це зумовлено такими проблемами, як вичерпність родовищ нафти, газу та вугілля, а також погіршення екологічного становища.

Енергетичний потенціал таких відновлюваних джерел енергії як вітер, вода, сонце та біомаса досить великий [3,6]. Проблемою використання цього потенціалу є малий (10–15%) ККД устаткування, що перетворює енергію альтернативного джерела в теплову [7].

В Україні використання сонячної енергії викликає особливий інтерес, перш за все в її південних районах з їх теплим і сонячним кліматом, оскільки на цій території країни біля 210 сонячних днів на рік [3]. При питомій річній сонячній радіації в цілому по Україні $1158 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^2$, перспективний тепловий енергетичний потенціал складає 26 млн. $\text{МВт} \cdot \text{год}/\text{рік}$ [3]. Це є обґрунтуванням доцільності використання сонячної енергії, як джерела теплоти для систем опалення та гарячого водопостачання в промисловому та житлово-господарчому комплексах України.

Сонячний колектор є основним елементом установки, в якій енергія випромінювання сонця перетворюється в іншу форму корисної енергії [1,9]. В залежності від типу теплоносія сонячні колектори поділяються на рідинні та повітряні, а за температурою на низькотемпературні (до 150°C), середньотемпературні (до 200°C) та високотемпературні (до 3500°C). Існують плоскі та фокусуючі колектори [1]. В плоских колекторах поверхня, яка сприймає сонячне випромінювання, є одночасно поверхнею, яка поглинає випромінювання. Фокусуючі колектори, мають увігнуті відбивачі, які концентрують падаюче випромінювання [5].

Сучасні плоскі геліоколектори виконують з вакуумною теплоізоляцією, але вони мають ряд суттєвих недоліків: низька температура теплоносія; значна матеріалоємність конструкції; технологічна складність виготовлення вакуумної теплоізоляції трубопроводів колектора; необхідність значних вільних поверхонь для їх розміщення, які обмежують їх застосування [10].

В колекторах-концентраторах використовуються оптичні системи (дзеркала або лінзи) для збільшення густини сонячної радіації на по-

верхні, яка поглинає сонячну енергію, при цьому розміри колектора зменшуються, отже знижуються і теплові втрати [5,9].

Ціллю експериментальних досліджень було визначення залежності відведеної теплоти від інтенсивності сонячної радіації, порівняння теплових потоків сонячної радіації на поверхні теплоприймача геліоколектора-концентратора (ГКК) та референту, експериментальне визначення оптимального розміщення теплоприймача по висоті всередині ГКК.

Експериментальна установка призначена для дослідження процесу перетворення енергії сонця в теплову. Вона складається з ГКК 1 та референту 2 (рис. 1), які розміщені в одній площині під кутом 30° до горизонту, враховуючи рекомендації наведені в [2,8].

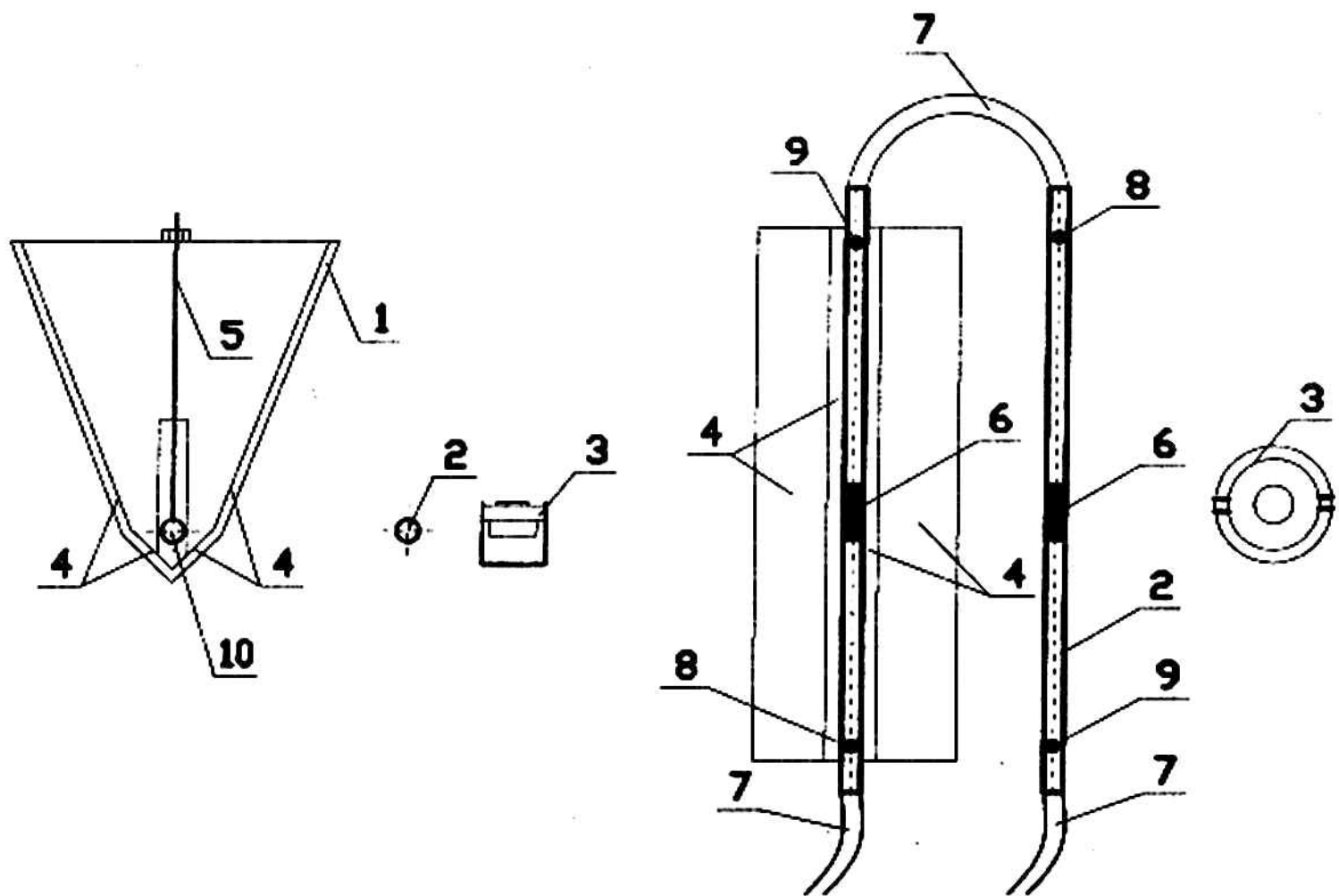


Рис. 1. Експериментальна установка:

1 – ГКК; 2 – референт; 3 – радіометр; 4 – «зональний» фоклін; 5 – стержень;
6 – ПТП теплоприймача; 7 – шланг; 8 – ТХК на вході в теплоприймач; 9 – ТХК на виході з теплоприймача; 10 – теплоприймач ГКК.

ГКК являється «зональний» фоклін 4 всередині якого розміщений теплоприймач 10. Відбиваюча поверхня фокліну складається з чотирьох дзеркал ($F_1 = F_2 = 0,32 \text{ м}^2$, $F_3 = F_4 = 0,06 \text{ м}^2$) з'єднані між собою шарнірами. Теплоприймачем являється мідна труба $d_y = 25 \text{ мм}$, покрита аракалом чорного матового кольору для збільшення теплопоглинаючих властивостей труби.

Референт являє собою теплоприймач – мідну трубу $d_y = 25 \text{ мм}$, покриту аракалом чорного матового кольору.

Теплоносієм в теплоприймачі є холодна вода, витрата постійна і становить $G = 0,02$ кг/с. Температура теплоносія на виході і вході в теплоприймач, а також температура навколишнього середовища вимірюється термопарами.

Для вимірювання теплового потоку, що надходить на теплоприймач ГКК та референт використовується гнучкий перетворювач теплового потоку (ПТП) 6. ПТП є нестандартизованим робочим засобом вимірювання, який призначений для вимірювання поверхневої густини теплового потоку та температури (рис. 2). ПТП виготовлений в вигляді допоміжної стінки та вміщує термоелектричні чуттєві елементи, які перетворюють тепловий потік та температуру в електричні сигнали постійного струму [11,12]. ПТП вимірює тепловий потік, що надходить на теплоприймач в чотирьох зонах – верхня частина труби, нижня та бокові сторони. Кожна з секцій має власний коефіцієнт перетворення.

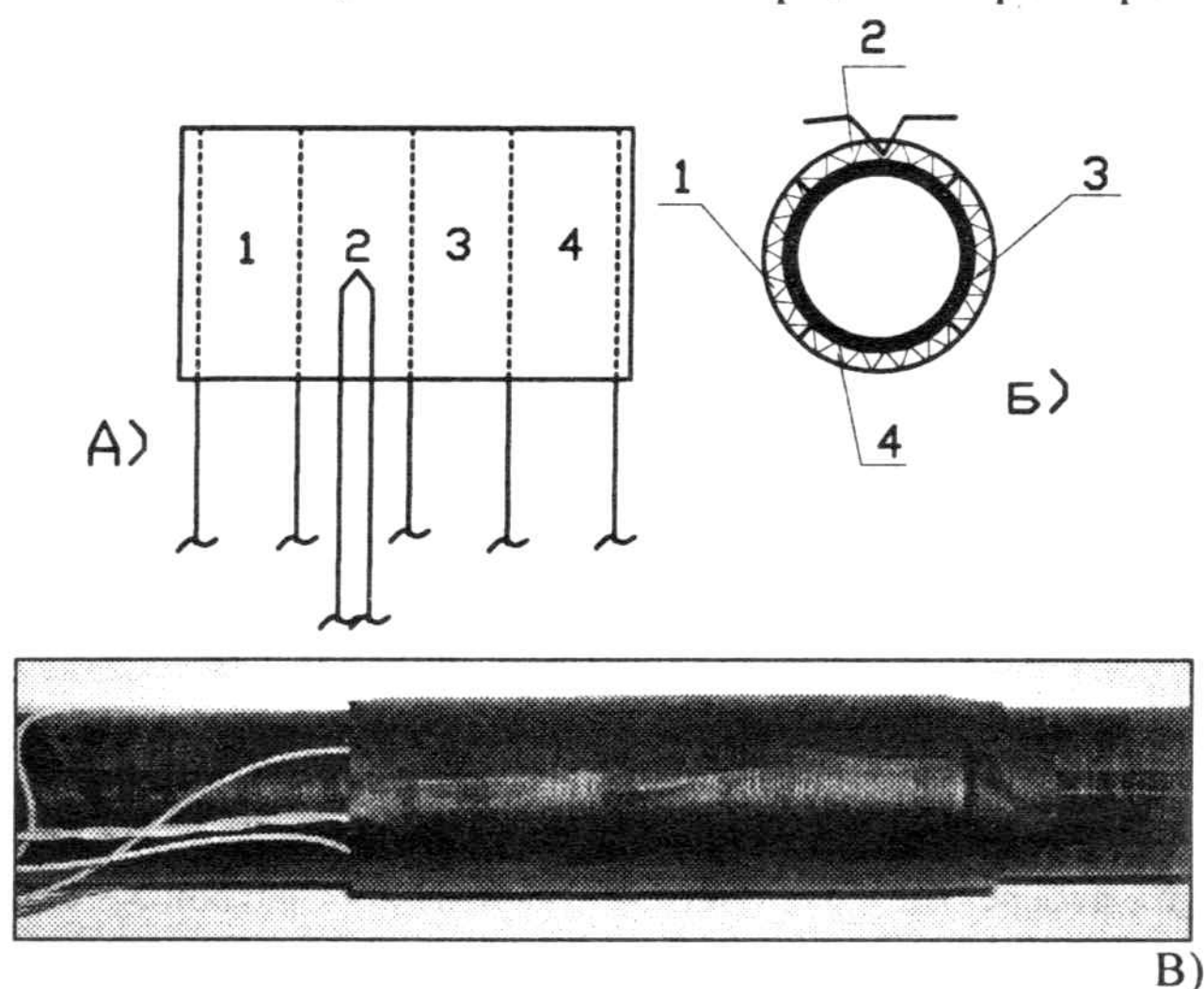


Рис. 2 Схема та загальний вигляд спеціалізованого багатосекційного перетворювача теплового потоку: А) схема спеціалізованого ПТП; Б) схема розміщення спеціалізованого ПТП на теплоприймачі; В) розміщення ПТП на теплоприймачі (загальний вигляд).

Інтенсивність сонячної радіації вимірюється спеціально розробленим радіометром на базі перетворювача теплового потоку [12] з автономним охолодженням повітря, який розміщується в одній площині з експериментальною установкою. Цей радіометр є нестандартизованим робочим засобом вимірювання, який призначений для вимірювання по-

верхньої щільності теплового потоку та температури. Радіометр складається з температуровирівнюючої охолоджуємої пластини (ТВП), системи оребрення та вентилятора, розміщеного на штативі ТВП. Установка радіометра оснащена перетворювачем температури. На поверхню радіометра нанесене поглинаюче покриття $\epsilon \approx 0,95$, а поверхня ТВП покрита сонцевидбиваючим покриттям $\epsilon \approx 0,05$. Завдяки тому, що ТВП інтенсивно охолоджується навколишнім повітрям та має ефективну систему оребрення, конвективна складова вимірюваного теплового потоку не перевищує 1%, тобто менше похибки вимірювання щільності теплового потоку (рис. 3).

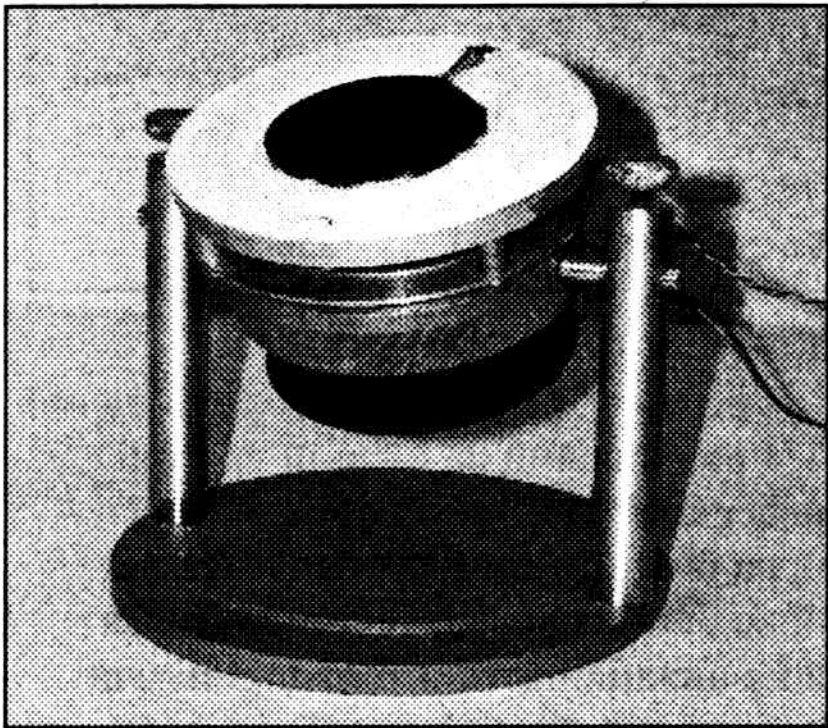


Рис. 3. Радіометр

Сигнали з 8 точок двох ПТП, 5 точок термопар та 1 точки перетворювача інтенсивності сонячної радіації вимірюються спеціалізованим електронним блоком та транслюються на ПК через кожні 2 хвилини. Дані виводяться на монітор у вигляді графіків температури та теплових потоків. Після завершення експерименту всі дані зберігаються в форматі EXEL.

Результати експериментальних досліджень

Результати експериментальних досліджень представлені на рис. 4 та рис. 5. Під час проведення досліджень було побудовано графік зміни густини теплових потоків на поверхні теплоприймачів ГКК та референту. З цього графіку можна зробити висновок, що ГКК на базі «зонального» фокліну в 2 рази більш ефективніший за плоский геліоколектор.

Температурні умови проведення випробувань та середня густина теплового потоку за 4 години проведення випробувань

	Радіометр	Референт	Концентратор
Середня темпертатура на ПТП, °C	28,3	27,4	34,8
Середній інтегральний тепловий потік за 4 години випрбувань, Вт/м ²	685,1	318,8	744,8
Температура навколишнього середовища	T _{ср} =24,5°C		

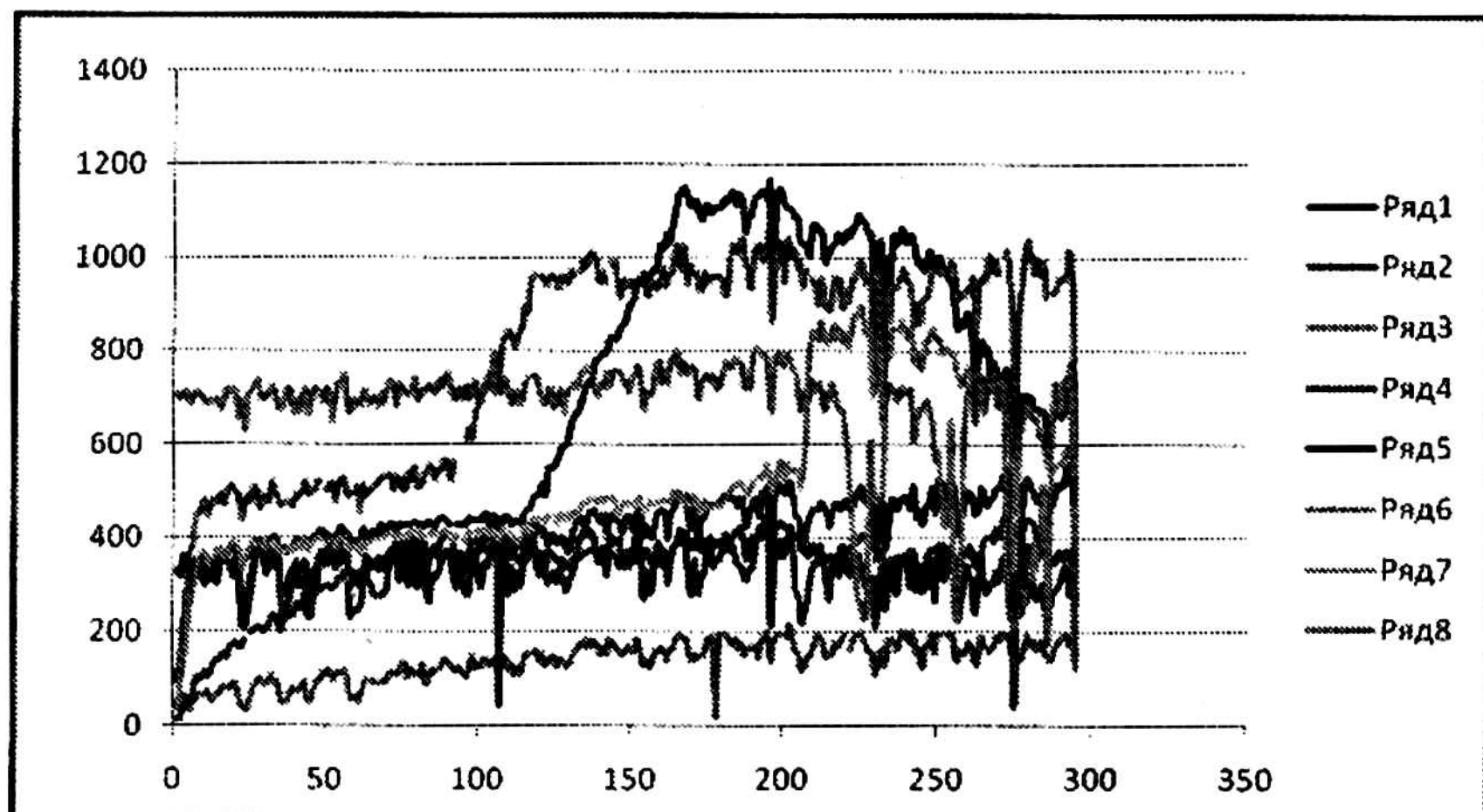


Рис. 4. Графік теплових потоків:

ряд 1 – ПТП1 розміщений на верхній частині референту; ряд 2 – ПТП2 розміщений на бічній частині референту; ряд 3 – ПТП4 розміщений на нижній частині референту; ряд 4 – ПТП5 розміщений на верхній частині теплоприймача концентратора; ряд 5 – ПТП6 розміщений на бічній частині теплоприймача концентратора; ряд 6 – ПТП7 розміщений на бічній частині теплоприймача концентратора; ряд 7 – ПТП8 розміщений на нижній частині теплоприймача концентратора; ряд 8 – ПТП9 розміщений на радіометрі.

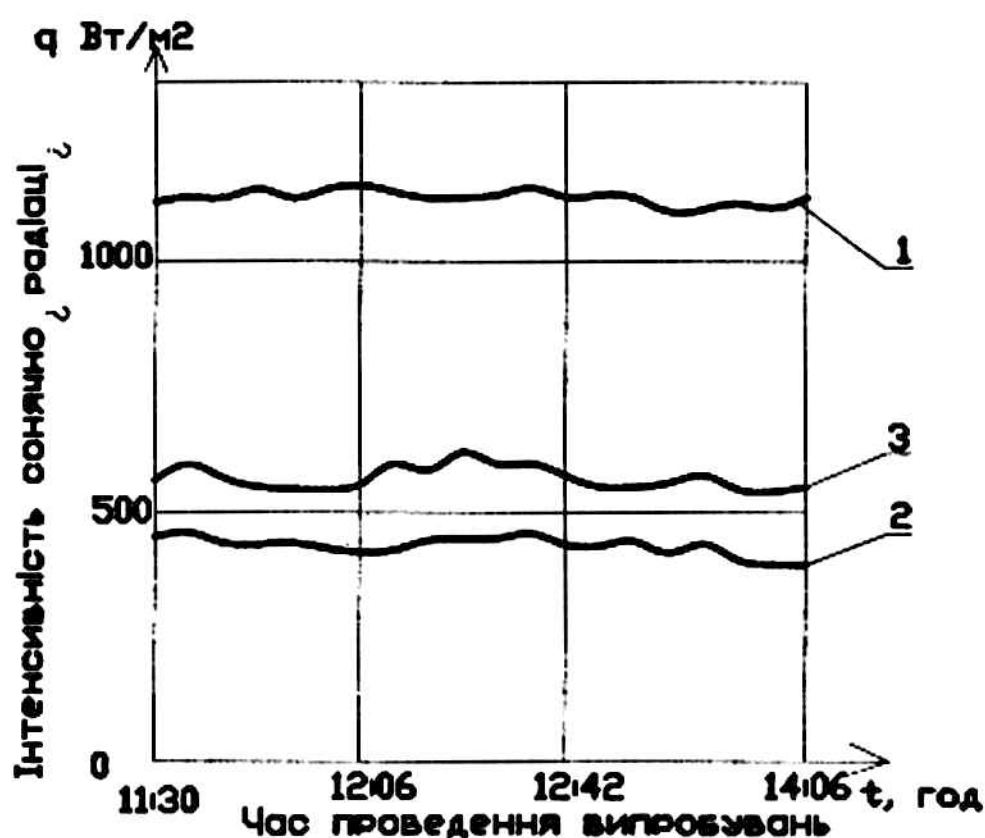


Рис. 5. Порівняльний графік результуючих теплових потоків сонячного випромінювання на поверхні моделі плоского колектора та ГКК: 1 – тепловий потік сонячної радіації на поверхні геліоколектора-концентратора; 2 – надходження сумарної сонячної радіації на поверхню референта; 3 – надходження сумарної сонячної радіації на поверхню землі

На рис. 6 показано розподілення сонячного випромінювання по утворюючій теплоприймача ГКК. Проаналізувавши графік, можна зробити висновок, що найбільша величина сонячного випромінювання концентрується на бокових частинах теплоприймача, верхня частина сприймає не

концентровану сонячну радіацію, а нижня частина теплоприймача сприймає сонячне випромінювання концентроване нижніми дзеркалами ГКК.

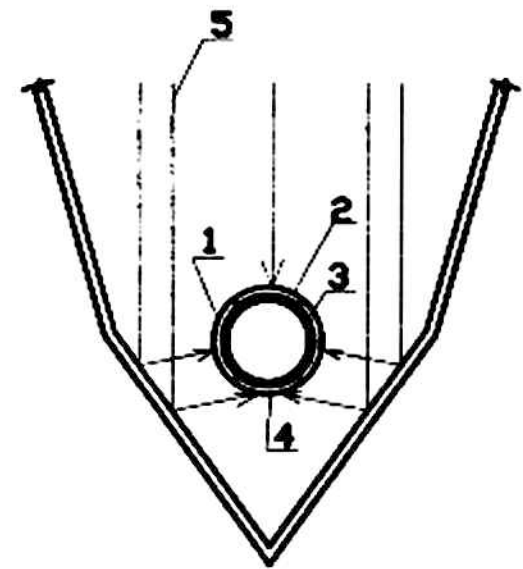
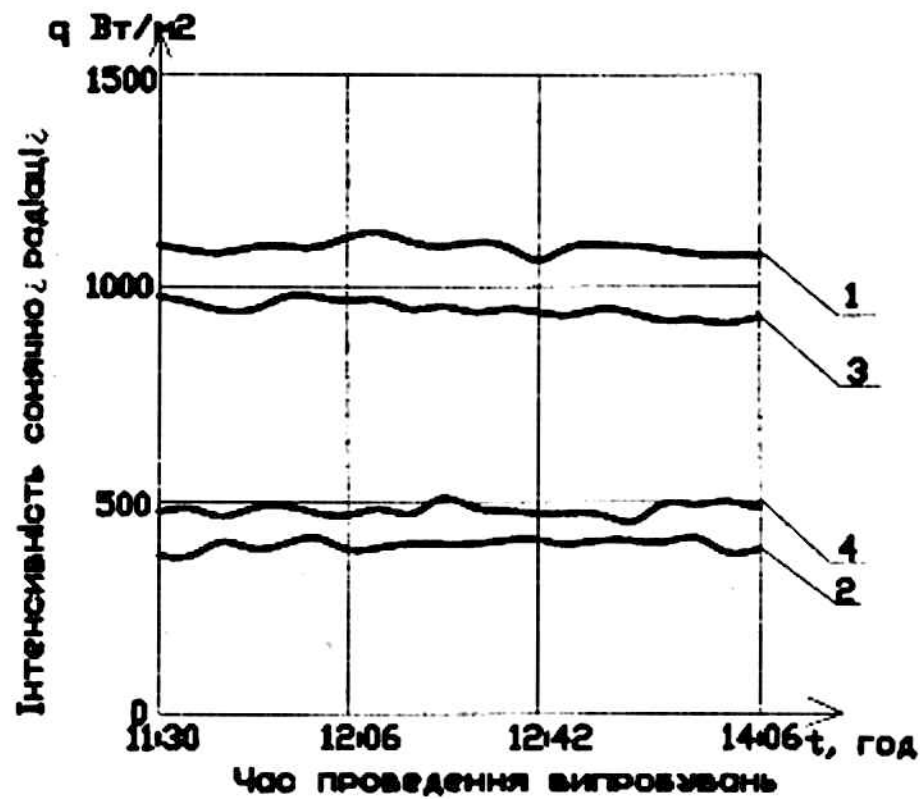


Рис. 6. Графік розподілу результуючого теплового потоку по діаметру теплоприймача:

1, 3 – секцій, які розміщені з боків теплоприймача; 4 – секція датчика, яка розміщена знизу теплоприймача; 2 – секція датчика, яка розміщена зверху теплоприймача; 5 – напрямок сонячного випромінювання.

З метою визначення ефективного розміщення теплоприймача по висоті в середині ГКК, за допомогою стержня змінювалась висота розташування теплоприймача від дна ГКК (рис. 7).

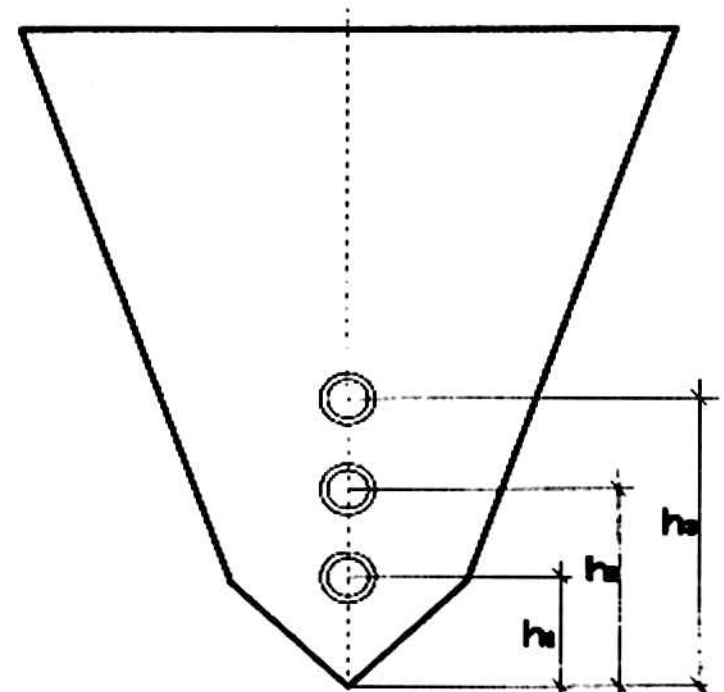
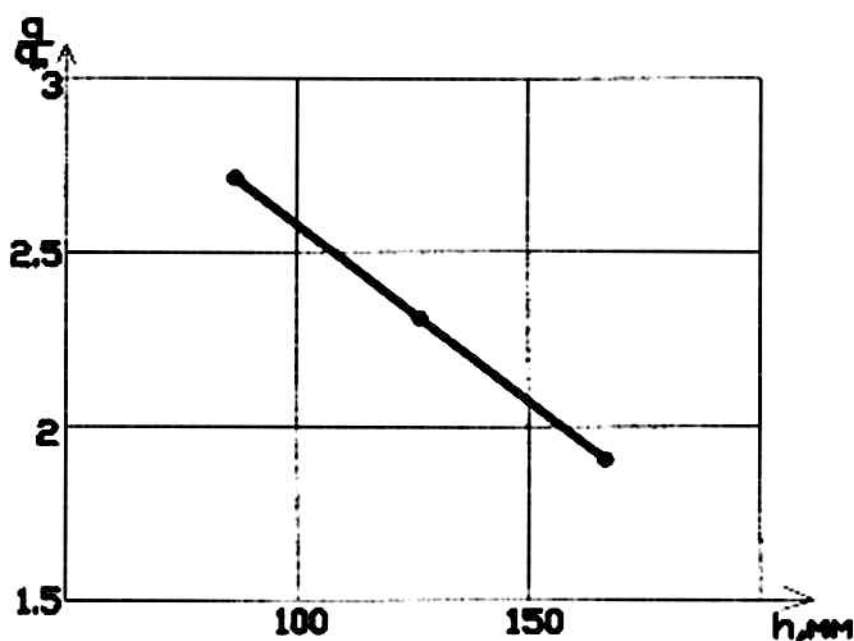


Рис. 7. Графік залежності величини теплового потоку, який сприймає ГКК від висоти розміщення теплоприймача в колекторі:

1 – теплоприймач розміщений на висоті $h_1 = 75$ мм від дна колектора; 2 – теплоприймач розміщений на висоті $h_2 = 125$ мм від дна колектора; 3 – теплоприймач розміщений на висоті $h_3 = 175$ мм від дна колектора; 4 – надходження сумарної сонячної радіації на поверхню землі

Отже, ефективність використання такої конструкції геліоколектора-концентратора на базі «зонального» фокліна збільшується зі зменшенням відстані розміщення теплоприймача від дна ГКК.

Література

1. *Даффи Дж.А., Бекман У.А.* Тепловые процессы с использованием солнечной энергии: пер. с англ. – М: Мир, 1977. – 420 с.
2. ДСТУ 4034-2001. Енергозбереження. Нетрадиційні та поновлювальні джерела енергії. Колектори сонячні плоскі. Методи випробування. М. Рабинович. – Держстандарт України, 2001. – 25 с.
3. *Забарний Г.М.* Енергетичний потенціал нетрадиційних джерел енергії України / НАН України ін-т технічної теплофізики – К., 2002. – 211 с.
4. *Забарний Г.М.* Розвиток децентралізованого енергопостачання на основі нетрадиційних місцевих енергоресурсів / НАН України ін-т технічної теплофізики – К., 2001. – 315 с.
5. *Захидов Р.А.* Зеркальные системы концентрации лучистой энергии. – Ташкент, Фан, 1986. – 176 с.
6. *Мхитарян Н.М.* Гелиоэнергетика: Системы, технологии, применение. – К., Наукова думка, 2002. – 320 с.
7. *Сарнацкий Э.В.* Использование солнечной энергии для теплоснабжения зданий. – К., Будівельник, 1985. – 209 с.
8. *Сировакша В.Ю., Марков В.П., Петров Б.Є.* Теплові розрахунки геліосистем. Моногр. – Д.: Вид-во Дніпропетр. ун-ту, 2003. – 132 с.
9. Системы солнечного тепло- и хладоснабжения / Под. ред. Сарнацкого Э.В. – М.: Стройиздат, 1990. – 324с.
10. *Бутузов В.А.* Солнечное теплоснабжение: состояние дел и перспективы развития // Энергосбережение – 2000. – № 4. – С. 18–24.
11. *Геращенко О.А.* Основы теплотехники. – К., Наукова думка, 1971. – 192 с.
12. ДСТУ 3756-98 (ГОСТ 30619-98). Енергозбереження. Перетворювачі теплового потоку термоелектричні загального призначення. Загальні технічні умови.