

3. Харченко В.В. Оптимизация низкотемпературного контура теплонасосной установки на основе теплоты поверхностных вод / В.В. Харченко, А.О. Сычёв. // Альтернативная энергетика и экология. – 2013. – №7. – С. 31–36.

4. Kiran Tota-Maharaj, Piotr Grabowiecki, Akintunde Babatunde, Prasad Devi Tumula. Constructed wetlands incorporating surface water heat pumps (SWHPS) for concentrated urban stormwater runoff treatment and reuse // Proceedings of Sixteenth International Water Technology Conference (IWTC-2012). – Istanbul, Turkey, 2012.

Розглянуто спосіб відбору низкопотенціальної теплоти від водотоку на основі спеціального річкового теплообмінника. Описано експериментальну установку. Проаналізовано вплив регулювання витрати теплоносія в низькотемпературному контурі на характеристики установки при використанні теплового насоса з частотно-регульованим компресором.

Тепловий насос, низькопотенційна теплота, річковий теплообмінник вода-розсіл, частотно-регульований компресор.

The way of extraction of low-grade heat from a surface watercourse on basis of the special river heat exchanger is under consideration. Experimental installation is described. The influence of flow regulation in the low-temperature circuit on the properties of the system using a heat pump with variable-speed capacity controlled compressor is considered.

Water-source heat pump, low-grade heat, river water-brine heat exchanger, variable-speed capacity controlled compressor.

УДК 697.7

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ПОРІВНЯННЯ ДВОХ ВАРІАНТІВ КОМПОНУВАННЯ ГЕЛІОУСТАНОВОК

В.В. Козирський, доктор технічних наук

Л.В. Мартинюк, аспірантка*

Національний університет біоресурсів

і природокористування України

Йоанна Алєкшеюк, аспірантка**

Варшавський університет наук про життя

Наведено результати техніко-економічного порівняння геліоустановок з двома типами сонячних колекторів плоского та вакуумного з точки зору ефективності їх роботи та терміну окупності.

*Науковий керівник – доктор технічних наук, професор В.В. Козирський

**Науковий керівник – доктор технічних наук, професор Анджей Хоховські

© В.В. Козирський, Л.В. Мартинюк, Й. Алєкшеюк, 2014

Геліосистема, сонячний колектор, ефективність роботи, термін окупності.

В Україні річне надходження сонячного випромінювання становить 3500-5200 МДж/м², що знаходиться на одному рівні з країнами, які активно використовують сонячні колектори (США, Німеччина, Швеція та ін.).

Тривалість сонячного випромінювання по Києву з квітня до жовтня становить 130 – 300 год/міс і не поступається іншим центрально-європейським містам, де широко використовуються сонячні технології з метою теплозабезпечення [2].

Існує безліч варіантів геліосистем, і теплова енергія, яку вони можуть виробити у визначений день – обмежена і залежить від багатьох факторів: конфігурації системи та її конструктивних особливостей, ступеня ясності дня, температури холодної води, об'єму бака, температури навколишнього повітря тощо. Тому для правильного розрахунку геліосистем необхідно використовувати відповідні розрахунки та складні програмні продукти. Ефективність роботи геліосистеми визначається коефіцієнтом корисної дії сонячних колекторів та їх компоновкою, орієнтацією в просторі, кутом нахилу і т.д. [5].

Відомі методики розрахунків економічної ефективності геліоустановок мають два основних недоліки: по-перше, багато з них засновано на старих економічних моделях і непристосовано до сучасних умов; по-друге, в основі своїй мають такі характеристики, які складно визначити на попередній стадії проектування геліоустановок [1].

Мета досліджень – порівняння двох типів сонячних колекторів (вакуумного і плоского) для визначення ефективності їх роботи у геліоустановках для гарячого водопостачання (ГВП) шляхом використання відповідних розрахункових алгоритмів.

Матеріали та методика досліджень. На прикладі фірми WATT S.A. підібрані дві геліоустановки для ГВП з плоским та вакуумним сонячними колекторами (рис.1).



Рис. 1. Геліоустановки фірми WATT S.A. для ГВП з вакуумним (а) та плоским (б) сонячними колекторами

Вибрані геліоустановки конструктивно відрізняються лише площею апертури колекторів, що пов'язано з різним типом колекторів (вакуумний і

поский) та ціною комплекту, а всі інші параметри підбрані однаковими (табл.1.).

1. Вихідні дані для техніко-економічного порівняння двох варіантів геліоустановок

Параметр	Геліоустанова з плоским сонячним колектором	Геліоустанова з вакуумним сонячним колектором
Кількість колекторів, шт.	2	2
Площа апертури, м ²	3,746	3,61
Об'єм бака-акумулятора, л	200	200
Вартість геліоустановки з врахуванням монтажу, грн	37 000	44 900
Вартість заміщеної теплової енергії, грн/кВт·год [3].	4,63	4,63

Функціональна схема геліоустановки показана на рис. 2. Встановлено, що температура води на вході становить 10 °С, а на виході повинна сягати необхідних для цього типу установок 50 °С. Температура води в баці-акумуляторі 50 °С та температура приміщення, де знаходиться бак-акумулятор 22 °С. Нахил колектора прийнятий 45° з орієнтацією на південь.

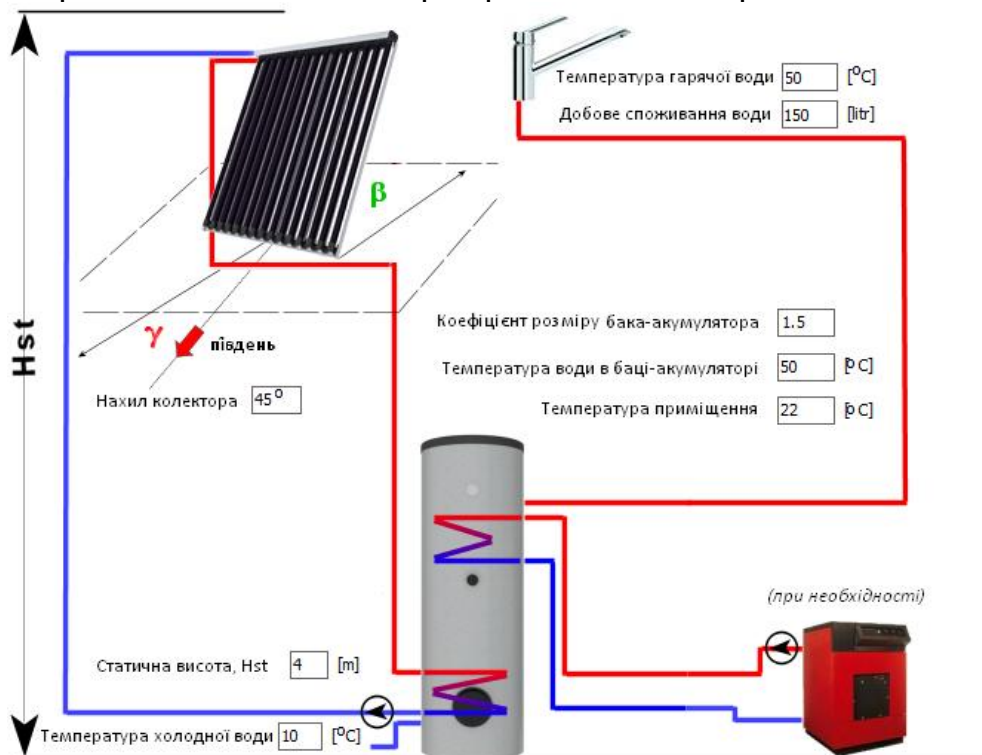


Рис.2. Функціональна схема геліоустановки

Результати досліджень. Важливим аспектом при проектуванні сонячних систем є вибір відповідної площі апертури сонячного колектора, оскільки розмір та конструктивні параметри останнього суттєво впливають на вартість геліоустановки в цілому, а звідси, і на термін її окупності. Крім того, термін окупності геліоустановки також залежить і від попередньо ви-

користовуваного виду традиційного джерела теплової енергії та тарифів на енергоносії. Однак, слід пам'ятати, що перевищення терміну окупності над періодом експлуатації є недопустимим.

Розрахунок основних параметрів геліоустановки подано у вигляді алгоритму на рис.3.

Цей алгоритм розрахунку є стандартним і може використовуватися в процесі проектування будь-яких геліоустановок із сонячними колекторами [4] .

Результати техніко-економічного порівняння геліоустановок з двома типами сонячних колекторів плоского та вакуумного наведені в табл.2.

2. Результати техніко-економічного порівняння двох варіантів геліоустановок

Розрахунковий параметр	Геліоустановка з плоским колектором	Геліоустановка з вакуумним колектором
Сонячна інсоляція, кВт·год /м ² /рік	1135	1135
ККД сонячних колекторів η , %	34	48,4
ККД геліоустановки k_2 , %	32	45,3
Втрати в геліоустановці, кВт·год/рік	99,35	99,35
Продуктивність геліоустановки, кВт·год/рік	1365	1942
Заміщення теплового навантаження, %	54,5	77,5
Термін окупності, років	17	11

Метод визначення економічної окупності сонячних систем теплопостачання показує її залежність від основних факторів: вартості геліоустановки, сумарної інтенсивності сонячної радіації в площині колекторів, ККД сонячних колекторів, вартості заміщеного теплового навантаження і дозволяє провести експрес-оцінку доцільності спорудження геліоустановок на етапі прийняття рішення про впровадження.

Попередньо термін окупності геліоустановок на стадії проектування можна визначити за формулою:

$$T = \frac{K_r}{\sum S_p k_2 C_3},$$

де T – термін окупності (роки); K_r – вартість геліоустановки, враховуючи монтажні роботи, грн.; $\sum S_p$ – сумарна інтенсивність сонячної радіації в площині колектора протягом року, кВт·год/рік; k_2 – ККД геліоустановки, %; C_3 – вартість заміщеного теплового навантаження (зелений тариф), грн/кВт·год.

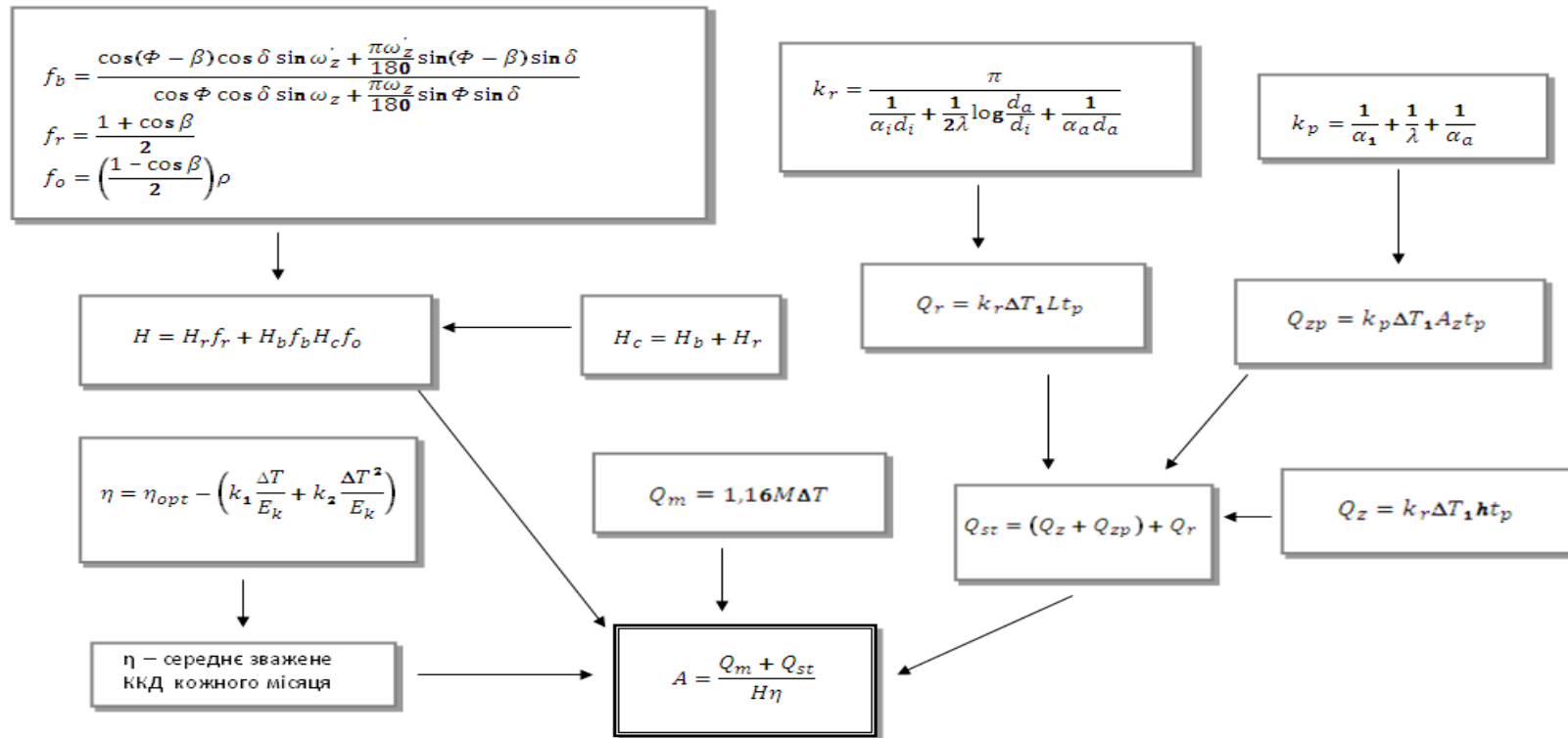


Рис.3. Алгоритм розрахунку основних параметрів геліоустановки:

λ – коефіцієнт теплопровідності, Вт/м·К; α – зовнішній коефіцієнт тепловіддачі, Вт/м²·К; d_a – зовнішній розріз ізоляції, м; d_i – внутрішній розріз ізоляції, м; d – товщина ізоляції, м; A – площа апертури, м²; k_r , k_p – коефіцієнти тепловіддачі; k_1 – кутовий коефіцієнт; k_2 – середньорічний ККД системи; ΔT – різниця температури води «вихід-вхід», °С; ΔT_1 – різниця температури «бойлер-навколишнє середовище», °С; H_c – сумарна сонячна радіація, Вт/м²; H_r – розсіяна сонячна радіація, Вт/м²; H_b – пряма сонячна радіація, Вт/м²; L – довжина трубопроводів, м; t_p – час роботи насоса, с; M – попит на гарячу воду, л/міс; Q_r – теплові втрати в трубопроводі, Вт·год/міс; Q_{st} – теплові втрати в баці та трубопроводі Вт·год/міс; Q_z , Q_{zp} – теплові втрати в баці, Вт·год/міс; Q_m – попит на теплову енергію, Вт·год/міс; E_k – миттєве значення сонячної радіації, Вт/м²; β – нахил колектора; γ – поворот колектора; Φ – географічна широта; ρ – коефіцієнт відбиття землі; η_{opt} – оптичний ККД сонячного колектора; f , f_b , f_o – коефіцієнти кореляції.

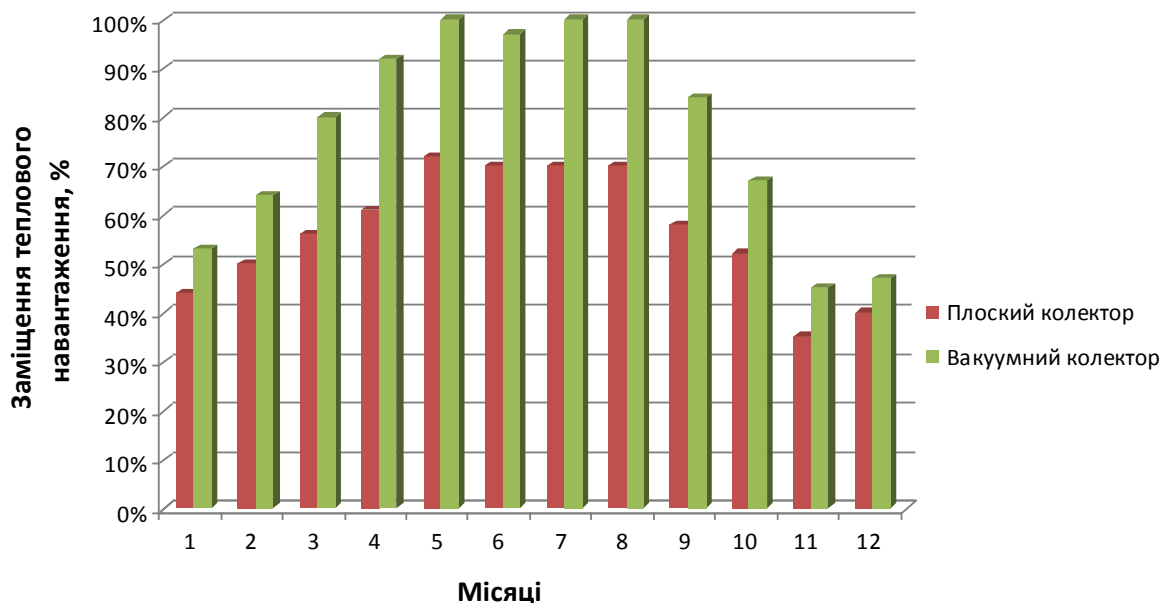


Рис. 4. Графік заміщення теплового навантаження сонячними колекторами

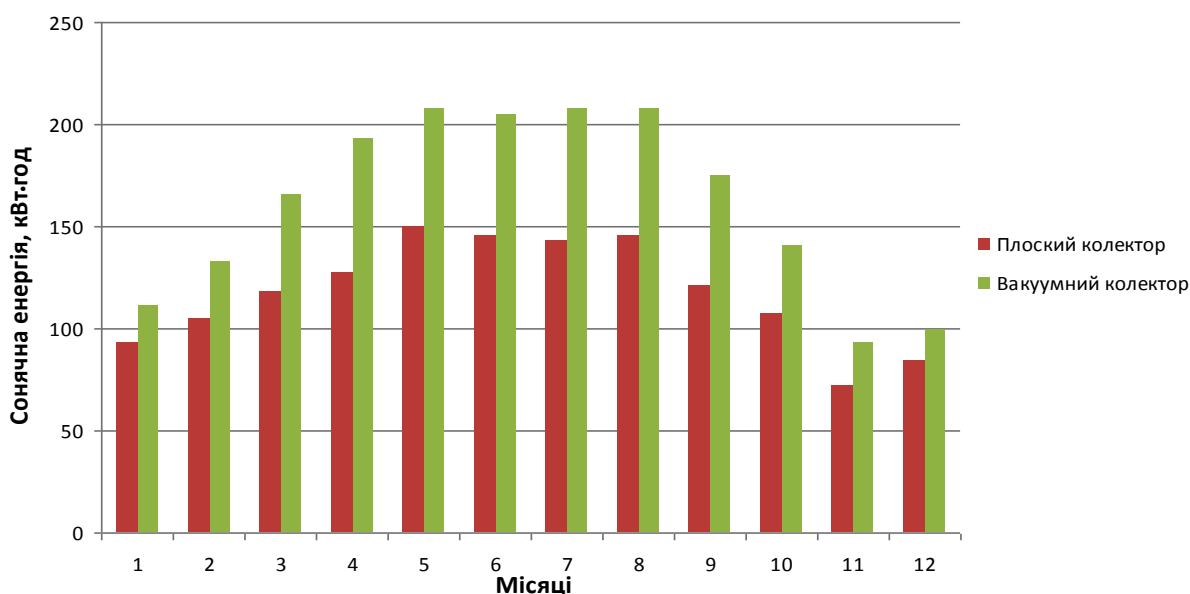


Рис.5. Графік середньомісячного виробітку теплової енергії геліоустановками

Висновки

В ясний день геліоустановки можуть використовувати майже всю сонячну радіацію, за винятком вечірніх і ранкових годин, а безперервна тривалість сонячного випромінювання протягом 6 год забезпечує найменші втрати енергії на розігрів геліоустановки та підвищує її рентабельність. Термін ефективної експлуатації геліоенергетичного обладнання в межах Київської області становить від 5 до 7 міс. (з травня до жовтня).

Порівнюючи подібні геліоустановки фірми WATT S.A., які відрізняються тільки видами колекторів, зроблено такі висновки:

1) сучасний ефективний вакуумний геліоколектор працює із середнім ККД 48,4 %, за тих же умов ККД плоского геліоколектора становить 34 %;

2) вакуумні колектори можуть нагрівати теплоносії до 250 °С влітку і не менше 35 °С взимку, навіть при захмареному небі. Заміщення теплового навантаження вакуумного колектора в літній період становить 100 %, а плоского близько 70 % (рис.4.);

3) середньомісячний виробіток теплової енергії геліоустановкою з вакуумними колекторами у літній період досягає близько 200 кВт·год, що на 40 % більше, ніж виробляють геліоустановки з плоскими колекторами (рис.5.);

4) термін окупності геліоустановок з вакуумними колекторами менший (11 років), ніж установок з плоскими (17 років), хоча вартість самої геліоустановки з вакуумними колекторами вища.

Список літератури

1. Дзядикевич Ю.В. Енергетичний менеджмент / Дзядикевич Ю.В., Буряк М.В., Розум Р.І. – Тернопіль: Економічна думка, 2010. – 295 с.

2. Зеркалов Д.В. Енергозбереження в Україні: монографія / Д.В. Зеркалов. – К.: Основа, 2012. – 584 с.

3. Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сфері енергетики. Офіційний веб-сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nerc.gov.ua>

4. Beckman W., Duffie J. Solar Engineering of Thermal Processes / W. Beckman, J. Duffie // A Wiley-Interscience Publication, New York. – 1980. – 919 p.

5. Chochowski A. Sloneczne instalacje grzewcze / A. Chochowski, D. Czekalski // Ciepłownictwo, ogrzewnictwo, wentylacja. – SGGW, Warszawa. – 2011.– P. 111–118.

Приведены результаты технико-экономического сравнения гелиоустановок с двумя типами солнечных коллекторов – плоского и вакуумного с точки зрения эффективности их работы и срока окупаемости.

Гелиосистема, солнечный коллектор, эффективность работы, срок окупаемости.

Paper presents results of the technical and economic comparison of solar systems with two types of solar collectors (flat plate and vacuum tube) according to that efficiency and payback period.

Heliosystem, solar collector, efficiency, payback period.