

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕРМОСИФОННОГО СОНЯЧНОГО КОЛЕКТОРА

© Желих В.М., Лесик Х.Р., 2012

Представлено результати натурних експериментів із визначення теплової потужності геліоколектора. Встановлено коефіцієнт корисної дії запропонованого термосифонного сонячного колектора. Отримано емпіричні залежності для визначення кількості отриманого тепла.

Ключові слова: термосифонний сонячний колектор, повітряна система опалення, природна конвекція, теплопоглинальна поверхня.

In this article presents the results of natural experiments to determine the thermal power of solar collector. It was determined the efficiency of the proposed thermosiphon solar collector. Obtained empirical dependences for determining the amount of generated heat.

Key words: thermosiphon solar collector, air heating system, natural convection, absorbent surface.

Вступ. У зв'язку зі складною економічною та енергетичною ситуаціями, що склалися у світі та в Україні загалом, одними з основних завдань енергетики є максимально збільшити ефективність використання енергетичних ресурсів та зменшити споживання палива та електроенергії. Під час проектування інженерних систем будівель та споруд більшою мірою потрібно звертати увагу на впровадження децентралізованих систем опалення із застосуванням сонячної енергії.

Одним із енергоощадних заходів опалення приміщень є застосування повітряних систем із пасивним використанням енергії Сонця. Повітряні колектори являють собою прості пласкі конструкції, основною перевагою яких є те, що їм не властиве замерзання і закипання теплоносія, на відміну від рідинних систем.

Теплопоглинальними пластинами у повітряних сонячних колекторах слугують металеві панелі, багат шарові екрани, зокрема з неметалевих матеріалів. Повітря проходить через геліоколектор завдяки природній конвекції або під впливом вентилятора. У разі його приєднання до абсорбуючої пластини збільшується турбулентність повітря і покращується теплопередача. Але при цьому витрачається енергія, збільшуються витрати на експлуатацію.

Теплова ефективність сонячних колекторів безпосередньо залежить від фізичних властивостей поглинача тепла [3]. Сьогодні існує велика кількість абсорбуючих поверхонь, виконаних з різних матеріалів і різної форми. Основні відмінності між ними полягають переважно в способі збільшення площі теплообміну або встановленні додаткових елементів для отримання інтенсивної турбулізації потоку теплоносія. Ці колектори можуть забезпечити близько 30 % економії коштів на опалення приміщення на рік, незважаючи на простоту своєї конструкції [4].

Відомі конструкції термосифонних сонячних колекторів потребують модифікації та удосконалення з метою підвищення ефективності їх роботи в умовах помірному клімату та зменшення капітальних і експлуатаційних затрат.

Недостатня кількість інженерних методів підбору та розрахунку таких пристроїв потребує додаткового їх дослідження і розроблення науково обґрунтованих методик.

Методика експериментальних досліджень. Робота спрямована на експериментальне вивчення коефіцієнта корисної дії запропонованого термосифонного сонячного колектора під час дослідження його в натурних умовах.

Експериментальні дослідження. Особливістю запропонованого термосифонного сонячного колектора, зображеного на рис. 1, є те, що його можна вмонтувати в конструкцію похилого даху. Корпус колектора виконаний повністю герметичним та теплоізолюваним, з додатково встановленим шаром теплової ізоляції на дні. Це дає можливість усунути місток холоду.

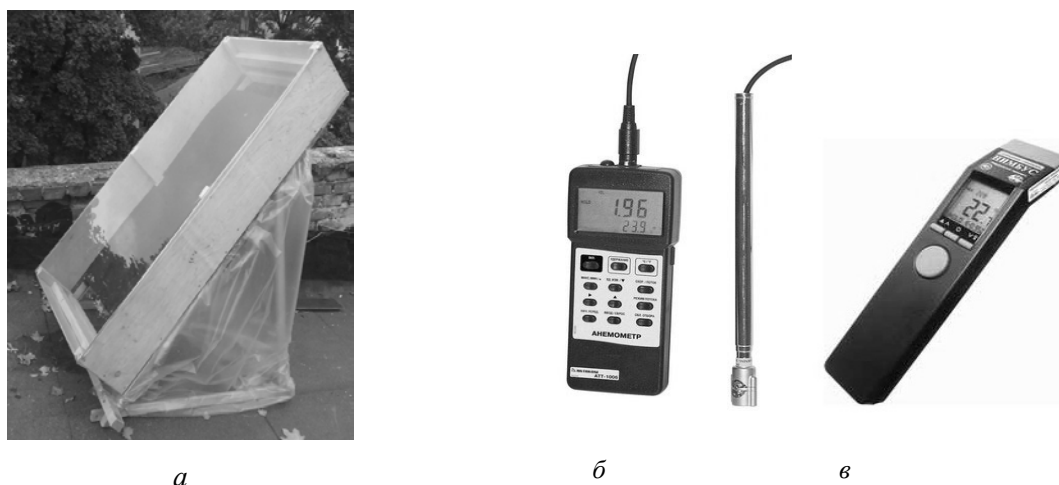


Рис. 1. Загальний вигляд експериментальної установки (а) та приладів вимірювання (б) – термоанемометр АТТ004; (в) – пірометр Нимбус-530

На теплоізоляційному шарі знаходиться абсорбуюча пластина, виконана з металевого листа чорного кольору. Корпус колектора покритий склом. Між абсорбуючою та скляною пластинами вздовж руху повітряного потоку встановлені турбулізатори потоку, пофарбовані у чорний колір.

Наявність турбулізаторів потоку дає змогу інтенсифікувати перемішування мас повітря, що приводить до покращення процесу теплообміну, а відповідно і до підвищення ефективності роботи колектора. Покриття чорного кольору уможливило покращити поглинання енергії сонця. Відсутність повітропроводів та додаткових опор значно спрощує конструкцію сонячного колектора.

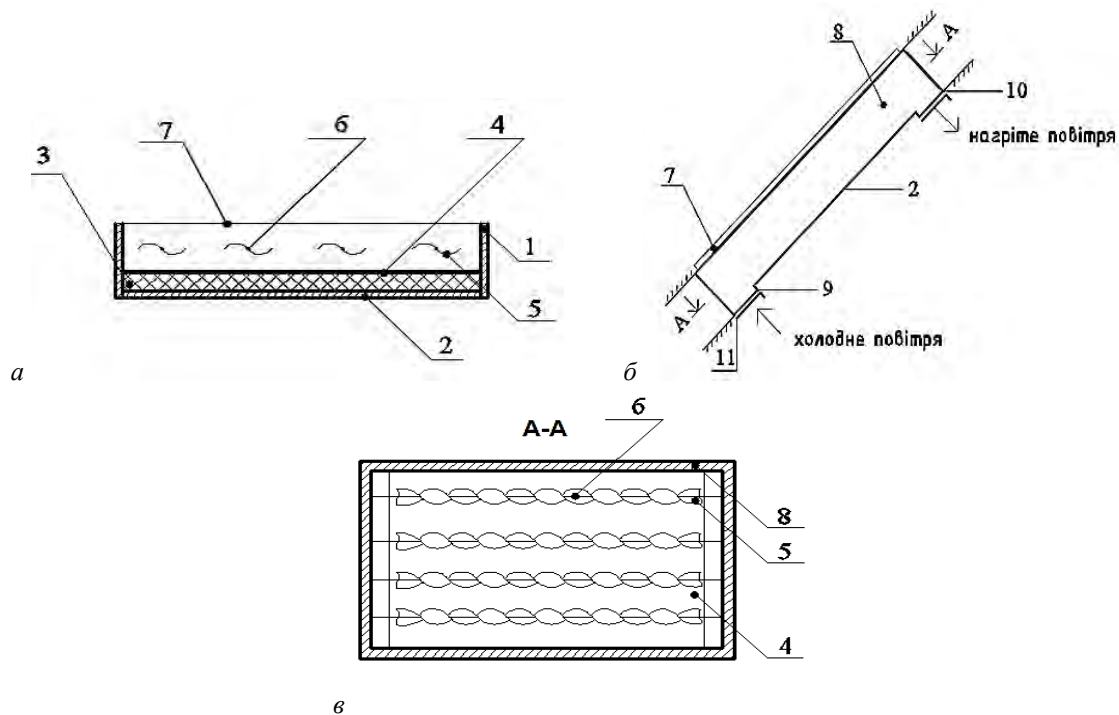


Рис. 2: а – сонячний колектор в розрізі; б – встановлений на даху сонячний колектор; в – розріз по А-А; 1 – бокова стінка корпусу; 2 – дно корпусу; 3 – шар теплоізоляційного матеріалу; 4 – теплопоглинальна пластина; 5 – турбулізатор потоку; 6 – металевий стрижень; 7 – світлопроникна пластина; 8 – корпус; 9 – вхідний отвір; 10 – вихідний отвір; 11 – регулювальна заслінка

Пристрій, зображений на рис. 2, працює так:

Корпус колектора 8 встановлюють у конструкцію похилого даху, вхідний 9 та вихідний отвори 10 розташовані в приміщенні, що обігрівається. Сонячні промені проходять крізь світлопроникну пластину 7, поглинаються теплопоглинальною пластиною 4, відбувається перетворення сонячної енергії у теплову. За рахунок різниці температур виникає “термосифонний ефект”, тобто холодне повітря з приміщення через отвір 9 надходить в колектор, омиває нагріту абсорбуючу пластину 4, збурюється завдяки турбулізаторам потоку 5, які обертаються навколо металевих стрижнів 6, піднімається вгору, і нагрітим повертається в приміщення через вихідний отвір 10. Швидкість та об’єм повітря, що проходить через корпус колектора 8, вирівнюються за допомогою регулювальних заслінок 11.

Першим етапом досліджень було визначення коефіцієнта корисної дії термосифонного сонячного колектора без турбулізаторів потоку. Покази знімалися кожні 10–15 хв протягом семи годин за зміни площі отворів колектора. За допомогою термоанометра АТТ004 вимірювалася температура на вході, а на виході з пристрою, крім температури, визначалась і швидкість руху теплоносія. Для вимірювання температури теплопоглинальної пластини геліоколектора використовувався пірометр марки Нимбус-530. Заміри інтенсивності сонячного випромінювання здійснювалися за допомогою альбедометра. Досліди проводились у дні з різними температурами довкілля. Температура зовнішнього повітря коливалася у межах 19 – 34 °С, інтенсивність сонячного випромінювання змінювалася від 105 до 350 Вт/м².

Результати досліджень. На основі експериментальних досліджень побудовано графіки залежності потужності термосифонного сонячного колектора від зміни витрати теплоносія та перепаду температур у вхідному і вихідному отворах установки за різних температур довкілля (рис. 3, а, б).

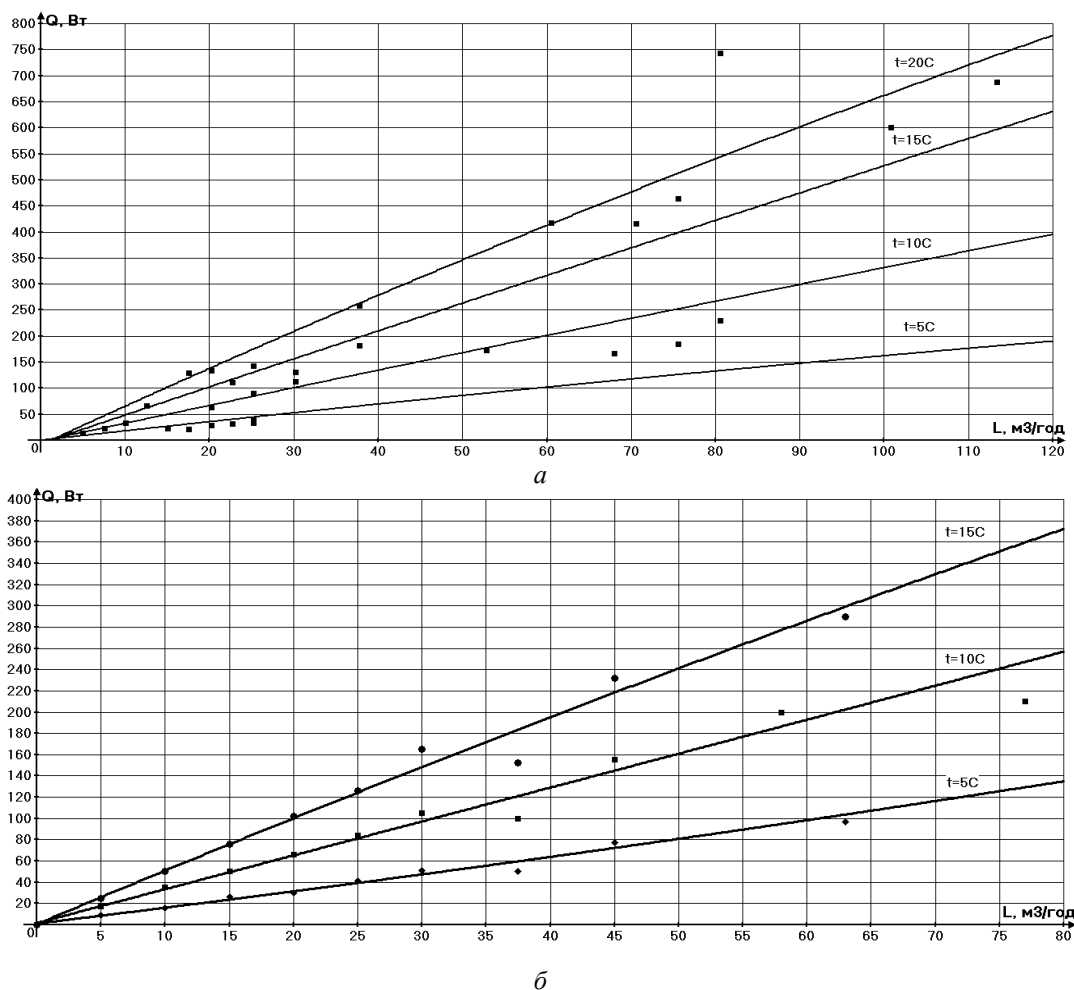


Рис. 3. Залежність потужності термосифонного сонячного колектора від зміни витрати теплоносія та перепаду температур у вхідному і вихідному отворах колектора ;

$$а - за t_{н.сер}^{сер} = 31\text{ }^{\circ}\text{C}; \text{ б} - за t_{н.сер}^{сер} = 21\text{ }^{\circ}\text{C}$$

З рисунка бачимо, що за збільшення хоча б одного фактора впливу, зростає і кількість тепла, утилізованого геліоколектором. Наприклад, за витрати повітря 80 м³/год і перепаду температур 10 °С (рис. 3, а) кількість отриманого тепла становитиме 270 Вт, за тієї самої витрати, але різниці в 15 °С потужність зростає до 430 Вт. На основі експериментальних даних отримані емпіричні залежності [2], для знаходження теплової потужності:

За температури довкілля $t_{н.сеп.}^{сеп} = 31^{\circ}\text{C}$:

$$Q = 1.77 - 0,57\Delta t - (0,34 - 0,36\Delta t)L + (0.06 - 0.006\Delta t)L^2, \text{ Вт}; \quad (1)$$

за $t_{н.сеп.}^{сеп} = 21^{\circ}\text{C}$:

$$Q = 3,76 - 0,6\Delta t - (0,195 - 0,38\Delta t)L + (0.0077 - 0.0004\Delta t)L^2, \text{ Вт}, \quad (2)$$

де Δt – перепад температур на вході і виході з колектора, °С ; L – витрата повітря, м³/год.

На рис. 4 відображено результати наступної серії дослідів, а саме – визначення залежності зміни потужності колектора від витрати повітря та інтенсивності сонячного випромінювання.

За отриманими даними підраховано, що коефіцієнт корисної дії термосифонного сонячного колектора без засобів турбулізації потоку становить 30 %. Одержано таку аналітичну залежність:

$$Q = -28,8 + 0,07 \cdot I + (1 + 0,016 \cdot I)L + (0.08 - 0.0001 \cdot I)L^2, \text{ Вт}, \quad (3)$$

де I – інтенсивність радіаційного випромінювання, МДж/м².

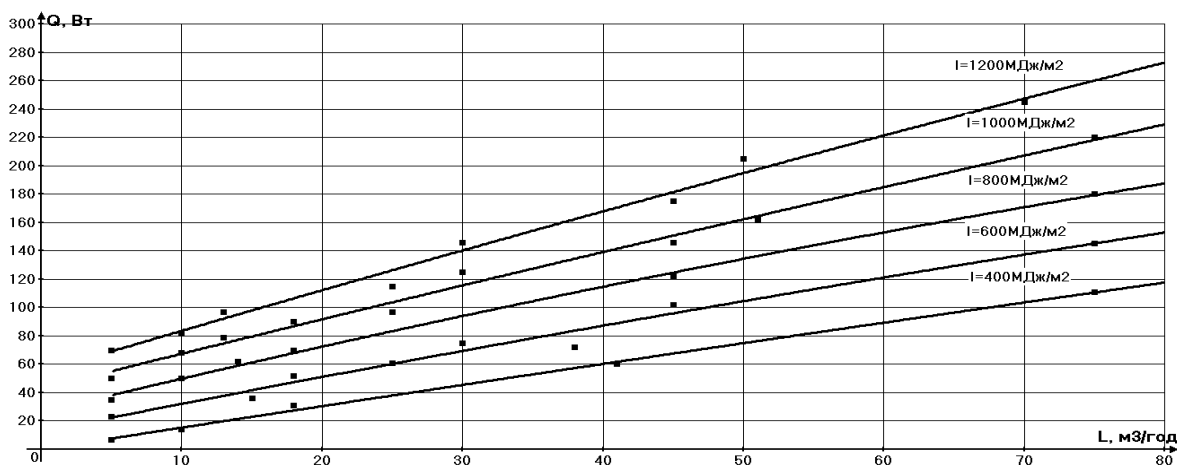


Рис. 4. Залежність потужності термосифонного сонячного колектора від зміни витрати теплоносія та інтенсивності радіаційного випромінювання

Висновки. Запропоновано конструкцію термосифонного сонячного колектора з турбулізаторами потоку. Визначено закономірності впливу зміни витрати теплоносія, перепаду температур та інтенсивності радіаційного випромінювання на потужність геліоколектора. На основі опрацьованих експериментальних даних підраховано коефіцієнт корисної дії установки та отримано узагальнюючі емпіричні залежності для знаходження кількості утилізованого сонячним колектором тепла.

1. Основы теплопередачи. – 2-е изд. М.А. Михеев, И.М. Михеев. – М.: Энергия, 1977. – 344 с. 2. Возняк О.Т., Желих В.М. Основы научных исследований в строительстве. – Львів: Видавництво Нац. ун-ту “Львівська політехніка”, 2003. – 173 с. 3. Design, developing and testing of a solar air collector Ion, V. Ion, Jorge G. Martins, the annals of “Dunarea de jos” university of Galati. 2006. 4. The use of open cell polyurethane foams in air-type solar collectors as the heat absorbing element, C. Değirmencioğlu, A Thesis Submitted to the Graduate School of Engineering and Sciences of Izmir Institute of Technology, 2006.