

# ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНИХ КОЛЕКТОРІВ В СИСТЕМІ ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ САНАТОРІЮ

Вінницький національний технічний університет

## Анотація

В роботі порівняно методики визначення необхідної кількості сонячних колекторів, проаналізовано отримані результати, визначено економічну доцільність та екологічну ефективність застосування сонячних колекторів в системі гарячого водопостачання санаторію.

**Ключові слова:** сонячний колектор, інтенсивність сонячної радіації, термін окупності, екологічна ефективність.

## Abstract

In this work comparative methods of determining the required amount of solar collectors are analyzed, the results are analyzed, the economic expediency and ecological efficiency of the use of solar collectors in the system of hot water supply of the sanatorium are determined.

**Keywords:** solar collector, intensity of solar radiation, payback period, environmental efficiency.

За умов дефіциту енергоресурсів в Україні та погіршення екологічної ситуації, використання поновлюваних джерел енергії є однією із найбільш важливих задач в енергозбереженні. Серед великого різноманіття поновлюваних джерел енергії сонячна енергія є однією із найбільш перспективних. Сонячна енергія – практично невичерпне і екологічне чисте джерело енергії.

Точний тепловий розрахунок системи сонячного гарячого водопостачання (ССГВ) ускладнюється через вплив випадкових коливань кліматичних умов і складного характеру взаємодії між елементами системи. Тому в інженерній практиці, як правило, використовуються напівемпіричні методи, які ґрунтуються на узагальненні детального моделювання систем сонячного теплопостачання (ССТ) за допомогою ЕОМ і дають можливість отримати довготривалі характеристики ССТ. Відомі декілька методик розрахунку необхідної кількості сонячних колекторів.

Незважаючи на наявність декількох методик визначення необхідної кількості сонячних колекторів, виникає необхідність у зіставленні отриманих результатів, для вибору найбільш точного методу проектування. Тому тематика статті є **актуальною**.

**Мета роботи** – порівняльний аналіз методик визначення необхідної кількості сонячних колекторів для систем гарячого водопостачання, а також оцінка можливості застосування сонячних колекторів в системі гарячого водопостачання санаторію.

## Основна частина

В роботі [1] запропоновано методику розрахунку установок сонячного гарячого водопостачання. Методика досить зручна для інженерних розрахунків, але в разі проектування систем з сонячними колекторами зарубіжних виробників, виникають складнощі, пов'язані з обмеженою інформацією про деякі технічні показники такого обладнання. Зокрема, для розрахунку приведеної інтенсивності поглиненої сонячної радіації необхідні оптичні характеристики сонячного колектора для прямої і розсіяної сонячної радіації. Крім того, виробники сонячних колекторів не надають інформації про зміну температури гарячої води на виході з колектора залежно від інтенсивності сонячної радіації, що ускладнює розрахунки. Немає також на сайтах виробників інформації про гідравлічні втрати в сонячних колекторах, що ускладнює визначення втрат тиску в системі.

В ДСТУ [2] наведено аналогічну до [1] методику визначення необхідної кількості сонячних колекторів.

В роботі [3] розроблено математичні моделі для розрахунку геліосистем з природною і вимушеними циркуляціями, що представлені нестационарними рівняннями енергії, руху і суцільності для всіх елементів установки з відповідними початковими і граничними умовами, що забезпечують поєднання цих елементів. Процес розрахунку пропонується розбити на такі етапи: тепловий розрахунок сонячних колекторів, тепловий розрахунок баку-акумулятора сумісно зі з'єднувальними трубопроводами, визначення витрати теплоносія при його природній циркуляції. Використання цієї методики незручне для інженерних розрахунків, оскільки математична модель описується системою диференціальних рівнянь.

Під час проектування систем сонячного гарячого водопостачання виникає ряд проблем на етапі формування початкових даних. На стадії розробки техніко-економічного обґрунтування проекту системи сонячного теплопостачання (ССТ) вибір методики розрахунку надходження інтенсивності сонячної радіації має важливе значення. Серед них – відсутність у відкритому доступі сучасної інформації про інтенсивність сонячної радіації по всіх населених пунктах України. На сайті Центральної геофізичної лабораторії інформації про інтенсивність сонячної радіації у відкритому доступі немає [4]. В довіднику [5] наведено застарілу інформацію. Тому прийняття рішень відбувається в умовах невизначеності. В роботі автора [6] проведено порівняння методик розрахунку інтенсивності сонячної радіації. В роботі показано, що результати розрахунку можуть відрізнятися до 50%. Так, для кута нахилу сонячного колектора до горизонту  $45^\circ$  для квітня за методикою наведеною в ДСТУ [2] інтенсивність сонячної радіації становить  $400 \text{ Вт/м}^2$ , а за [7] –  $250 \text{ Вт/м}^2$ .

В даній роботі проводиться розрахунок системи гарячого водопостачання санаторію на базі сонячних колекторів, розташованого у Хмельницькій області. Кількість місць в санаторії – 400, добове споживання гарячої води  $75 \text{ л/добу}$  на людину.

Початковими даними для розрахунку ССГВ є: місце встановлення геліосистеми (широта, довгота); кліматичні дані (середньомісячна денна кількість сумарної сонячної радіації, що надходить на горизонтальну поверхню; температура навколишнього середовища); характеристики сонячних колекторів (геометричні розміри, вага, площа та ККД колектора); середньомісячне значення температур холодної і гарячої води); добове загальне споживання гарячої води.

Огляд інформації по інтенсивності сонячної радіації показав, що найбільш доцільно використовувати сонячні колектори для ГВП з квітня по вересень включно. Через нестабільність надходження сонячної енергії у квітні і вересні потрібен буде догрів води від котельні.

Виходячи із добового споживання гарячої води  $75 \text{ л/добу}$  і кількості мешканців санаторію – 420, необхідна площа колекторів для ГВП знаходиться в межах  $360 \dots 450 \text{ м}^2$  залежно від методу розрахунку.

Термін окупності проекту складе 8 років, а термін служби колекторів обраної марки до 20 років. За умов подальшого зростання ціни на природний газ термін окупності буде меншим.

## ВИСНОВКИ

В роботі проаналізовано існуючі методики для розрахунку необхідної кількості сонячних колекторів. Отримані результати суттєво відрізняються. Для квітня необхідна площа поверхні сонячних колекторів за різними методиками знаходиться в межах від  $380$  до  $450 \text{ м}^2$ . З огляду на високу вартість такого обладнання перевитрата коштів на проект може бути досить значною. Найменші розходження в результатах обчислення площі сонячних колекторів спостерігаються для липня від  $220$  до  $480 \text{ м}^2$ .

Незважаючи на високу вартість системи сонячних колекторів та на значний термін окупності, результати екологічної ефективності такого обладнання роблять його перспективними для нашої держави.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. М. Д. Рабінович. Розрахунок установок сонячного гарячого водопостачання / М. Д. Рабінович – Київ : КНУБА, 2004. – 24 с.
2. ДСТУ – НБВ. 2.5 – 43:2010. Настанова з улаштування систем сонячного теплопостачання в будинках житлового і громадського призначення. – Київ, Мінрегіонбуд України. – 45 с.

3. Горин А. Н. Альтернативные холодильные системы и системы кондиционирования воздуха / А. Н. Горин, А.В. Дорошенко. – Донецк: Норд-Пресс, 2006. – 341 с.
4. Центральна геофізична обсерваторія. Режим доступу: <http://www.cgo.kiev.ua/index.php?dv=pos-klim-kadastr>
5. В. И. Гришко. Справочник по климату СССР, выпуск 10, часть 1 / В. И. Гришко, Л. И. Мисюра, Е. И. Ильиных, И. К. Грейвер, И. И. Суслина – Ленинград, 1966. – 139 с.
6. Перлинов И. А. Сравнение методик расчета интенсивности солнечной радиации. Строительство и техногенная безопасность. Выпуск 40, 2011. – С. 167 – 171.
7. Гершкович В. Ф. Солнечные установки горячего водоснабжения. Пособие по проектированию. – Изд. Киев, ЗНИИЭП. – 2006 г.

***Боднар Лілія Анатоліївна***, к.т.н., доцент кафедри теплоенергетики ВНТУ. e-mail: Bodnar06@ukr.net

***Кирилюк Сергій Леонідович***, студент групи ТЕ-18 м, факультет будівництва, теплоенергетики та теплогазопостачання, Вінницький національний технічний університет.

***Bodnar Lilia***, Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of power engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: Bodnar06@ukr.net.

***Kurulyk S*** – Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University.