

## МОДЕЛЮВАННЯ ІНСОЛЯЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ ГЕЛІОСИСТЕМИ

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

У роботі на основі розробленої математичної моделі визначено проєктні характеристики альтернативних систем енергоспоживання на базі використання геліоустановки в системі гарячого водопостачання виробничих процесів і побутових потреб.

**Ключові слова:** сонячний колектор, геліосистема, інсоляційні параметри, сонячна радіація, поглинальна здатність.

Сонячний колектор – це пристрій для збору теплової енергії Сонця (геліоустановка), яку переноситься видимим світлом і ближнім інфрачервоним випромінюванням. На відміну від сонячних батарей, які виробляють електрику, сонячний колектор нагріває матеріал-теплоносія (вода, повітря, олива або антифриз). Теплоносії за допомогою подачі насосної станції циркулює через змійовик накопичувального резервуара і віддає тепло воді, яку можна використовувати для будь-яких комунальних потреб споживачів.

Розрахунок інтенсивності сонячної радіації проводиться за формулою Дафі, Бекмена:

$$S = (H_b R_b + H_d) \cdot (\tau\alpha), \quad (1)$$

де  $H_b$ ,  $H_d$  – коефіцієнти прямої і розсіяної складових сонячної радіації на горизонтальній поверхні, (Вт·ч)/м<sup>2</sup>.

Наведена поглинальна здатність скла для сонячної радіації:

$$(\tau\alpha) = \frac{\tau\alpha}{1 - (1 - \alpha)\rho_d}, \quad (2)$$

де  $\rho_d=0,16; 0,24; 0,29; 0,32$  – коефіцієнт дифузної відбивної здатності сонячної радіації для системи покриттів з одного, двох, трьох і чотирьох шарів скла, відповідно;  $\alpha=0,94 \div 0,95$  – коефіцієнт спрямованої поглинальної здатності абсорбційного шару матеріалу.

Коефіцієнт пропускну здатності скла для сонячної радіації:

$$\tau = \tau_r \cdot \tau_a; \quad (3)$$

де  $\tau_r = \frac{1 - \rho}{1 + \rho}$  – коефіцієнт пропускну здатності сонячної радіації без урахування поглинання для одного шару абсорбційного матеріалу;

Таким чином, інтенсивність сонячної радіації, яка визначається формулою (1) з урахуванням залежностей (2) – (3) являє собою функцію часу року  $n$ , часу доби  $t$  і кута нахилу  $b$  сонячного колектора:

$$S = S(n, \tau, \beta). \quad (5)$$

При розрахунку оптимального значення кута нахилу  $\beta$  розглядається усереднене значення [1...3] за часом інтенсивності сонячної радіації за період використання системи гарячого водопостачання (протягом року квітень - жовтень і протягом доби з 6 години ранку до 19 години вечора).

$$S_{cp}(\beta) = \frac{1}{7 \cdot 14} \sum_{i=1}^7 \sum_{k=1}^{14} S(i, k, \beta), \quad (6)$$

де  $i=7$  – кількість місяців року (квітень – жовтень);  $k=14$  – кількість годин доби (від 6 до 19 годин).

Для умов міста Одеси ( $\varphi=46,5$  градусів північної широти) коефіцієнти прямої  $H_b=7100$  Вт·год/м<sup>2</sup> і розсіяної  $H_d=1200$  Вт·год/м<sup>2</sup> складових сонячної радіації на горизонтальній поверхні визначалися по

метеорологічним даним. Результати розрахунків середніх значень сонячної інсоляції (6) в залежності від кута нахилу колектора  $\beta=0^{\circ}\dots50^{\circ}$  представлені на рис. 1.

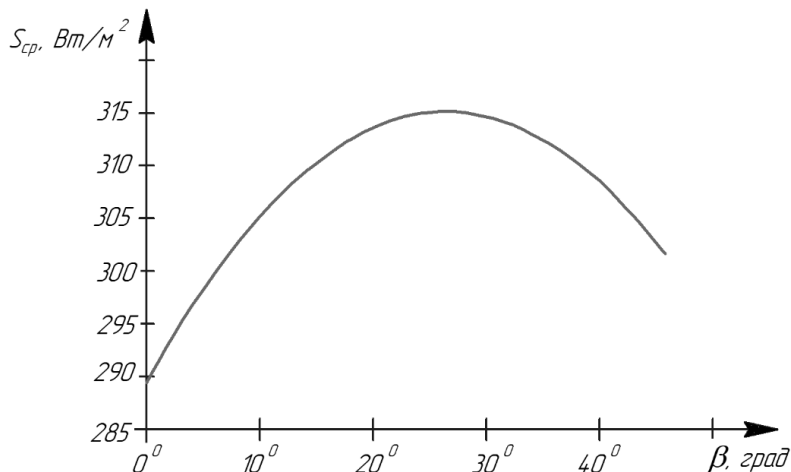


Рис. 1 – Діаграма залежності середньої інтенсивності сонячної радіації від кута нахилу приймальної пластини сонячного колектора

Діаграму  $S_{cp} = S(\beta)$  на рис. 1 можна інтерполювати [4] за допомогою функції виду:

$$S = \exp((a + cx + ex^2)/(1 + bx + dx^2 + fx^3)) \quad (7)$$

де  $a=5,667$ ;  $b=0,0018$ ;  $c=0,01732$ ;  $d=-0,0001$ ;  $e=-0,0010$ ;  $f=-1,31 \cdot 10^{-7}$  – коефіцієнти інтерполяції, які визначаються одним із відомих методів і засобів комп'ютерного моделювання [5].

З цієї залежності знаходиться оптимальне значення кута нахилу сонячного колектора  $\beta^* = 27,5$ , при якому середня сонячна інсоляція має найбільше значення.

Для даного кута нахилу  $\beta^* = 27,5^{\circ}$  інтенсивність сонячної радіації для площині приймальної пластини колектора за весь період експлуатації системи гарячого водопостачання (квітень – жовтень з 6 ранку до 19 години вечора) має найбільше значення.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Іскович–Лотоцький Р. Д. Моделювання робочих процесів гідроімпульсного привода з однокаскадним клапаном пульсатором / Р. Д. Іскович–Лотоцький, Я. В. Іванчук, Я. П. Веселовський // Вібрації в техніці та технологіях. – Вінниця, 2017. – № 3(86). – С.10–19.
2. Іскович–Лотоцький Р. Д. Застосування гібридного моделювання при розробці установок для утилізації відходів. / Р. Д. Іскович–Лотоцький, Я. В. Іванчук, Д. В. Тесовський, Я. П. Веселовський // Технологічні комплекси. Науковий журнал – Луцьк, 2012. – № 1,2 (5, 6). – С. 122 – 126.
3. Іскович–Лотоцький Р. Д. Підвищення ефективності розвантаження матеріалів під дією періодичних ударних імпульсів / Р. Д. Іскович–Лотоцький, Я. В. Іванчук // Вібрації в техніці і технологіях. – 2008. – №2(51). – С. 8 – 11.
4. Іскович–Лотоцький Р.Д. Дослідження динаміки процесу роботи універсального гідравлічного віброудраного привода для розвантаження транспортних засобів / Р. Д. Іскович–Лотоцький, Я. В. Іванчук // Наукові нотатки. Міжвузівський збірник (за напрямом «Інженерна механіка»)– Луцьк, 2007. – № 20. – С. 184 – 187.

*Іскович-Лотоцький Ростислав Дмитрович* – докт. техн. наук, професор кафедри галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [islord@gmail.com](mailto:islord@gmail.com).

*Іванчук Ярослав Володимирович* – докт. техн. наук, професор кафедри комп'ютерних наук, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [ivanchuck@ukr.net](mailto:ivanchuck@ukr.net).

*Манжилевський Олександр Дмитрович* – канд. техн. наук, доцент кафедри галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [manzhilevskyy@gmail.com](mailto:manzhilevskyy@gmail.com).

## SIMULATION OF HELIOSYSTEM INSOLATION PARAMETERS

### Abstract

The original constructive scheme of the pneumatic shock device, which is used in the mining industry, construction, etc., is developed. The mathematical model of the drive for this device is also developed and done its research.

**Keywords:** solar collector, solar system, insolation parameters, solar radiation, absorption capacity

**Rostislav Iskovich-Lototsky D.** – Dr. Techn. Sc., Prof., Professor of Industrial Engineering Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [islord@gmail.com](mailto:islord@gmail.com).

**Ivavchuck Yaroslav V.** – Dr. Techn. Sc., Prof., Professor of Computer Science Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [ivanchuck@ukr.net](mailto:ivanchuck@ukr.net).

**Manzhilevskyy Alexander D.** – Cand. Techn. Sc., the Associate of Industrial Engineering Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [manzhilevskyy@gmail.com](mailto:manzhilevskyy@gmail.com).