

## ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПЛОСКОГО ДЗЕРКАЛЬНОГО КОНЦЕНТРАТОРА ДЛЯ ГЕЛІОСУШАРКИ

*Сиротюк С. В., к.т.н.*

*Коробка С. В., к.т.н.*

*Сиротюк В. М., к.т.н.*

*Львівський національний аграрний університет, Дубляни*

[ssyr@ukr.net](mailto:ssyr@ukr.net)

[korobkasv@ukr.net](mailto:korobkasv@ukr.net)

[valsyr@ukr.net](mailto:valsyr@ukr.net)

**Актуальність та постановка проблеми.** У сучасному світі для заміни дефіцитних традиційних видів енергії (електричної або теплової) все частіше використовують альтернативні джерела. Одним з таких джерел є сонячна енергія, яка може використовуватись для виробництва електричної енергії або низькопотенціального тепла, зокрема для сушіння вологих матеріалів рослинного походження.

Істотним недоліком сонячної енергії є мала інтенсивність випромінювання. Для усунення цього недоліку використовують плоскі дзеркальні концентратори (ПДК), які дають змогу підвищити потік сонячних променів на сприймальну поверхню повітряного колектора (ПК). Це дозволяє підвищити ККД геліосушарки.

Але у багатьох випадках ефективність використання ПДК та реалізація не співпадає з очікуванням. Причина найчастіше полягає у необґрунтованому виборі розробниками конструктивних завдань, які не враховують особливості надходження та генерування сонячного випромінювання при різноманітних режимах освітлення, відмінних від природного сонячного потоку. Тому доцільно розглянути окремо вплив самотійних факторів на поточну потужність повітряного колектора, зокрема:

1. кутової орієнтації параметрів сприймальної поверхні ПК;
2. максимального ступеня концентрації скісних променів на шляху до світлочутливого покриття абсорбера ПК;
3. коефіцієнта посилення енергетичної освітленості;
4. оптимальні значення двогранного кута (фоклина) між дзеркалом і колектором (система градусних координат);
5. схеми ходу променів між дзеркалом і колектором.

На сьогодні для правильної оцінки енергетичних показників під час використання ПДК у геліосушарці важливо знати не тільки загальне надходження сонячної енергії. Необхідно також враховувати з якою енергетичною освітленістю вона надходить та в який час доби.

У зв'язку з цим, для підвищення теплопродуктивності ПК та потужності фотомодулів доцільним є застосування ПДК. На даний час ПДК такого типу ще не мають загальнодоступного використання в геліотехніці, зокрема в сушильних апаратах, на прикладі геліосушарки. Це зумовлює актуальність вибору оптимальної конструкції ПДК, ефективне використання в геліосушарці можливе лише на підставі обґрунтування його раціональних конструктивно-технологічних параметрів.

**Основні матеріали дослідження.** Геліосушарка – це різновид сільськогосподарського обладнання, призначений для сушіння фруктів.

Нами була розроблена геліосушарка з конструктивними параметрами: площа повітряного колектора (ПК) – 1,5 м<sup>2</sup>; маса теплового акумулятора – 50 кг;



відповідні перерізи вхідного прямого і відбитого потоків сонячних променів  $A_1$  і  $A_2$ :

$$E_1 = A_1 \cos \theta_1; \quad E_2 = \rho A_2 \cos \theta_2,$$

де  $\rho$  – коефіцієнт відбивання дзеркала,  $\rho = 0,8$ .

$$\text{Звідси } k = \frac{A_1 \cos \theta_1 + \rho A_2 \cos \theta_2}{A_1 \cos \theta_1} = 1 + \rho \frac{A_2 \cos \theta_2}{A_1 \cos \theta_1}.$$

Обидва перерізи є функціями кута розкриття концентратора  $\alpha$ :

$$A_1 = S \cdot \sin h = L \cdot \sin \left( \frac{3}{2} \alpha - 90^\circ \right) = -L \cdot \sin \left( 90^\circ - \frac{3}{2} \alpha \right) = -L \cos \frac{3}{2} \alpha, \quad (2)$$

$$A_2 = L \cdot \sin(\alpha - h) = L \cdot \sin \left[ \alpha - \left( \frac{3}{2} \alpha - 90^\circ \right) \right] = L \cdot \sin \left( 90^\circ - \frac{\alpha}{2} \right) = L \cdot \cos \frac{\alpha}{2}. \quad (3)$$

Після скорочення та тригонометричних перетворень отримаємо вираз для коефіцієнта концентрації сонячної енергії:

$$k = 1 + \rho \frac{A_2 \cos \frac{\alpha}{2}}{A_1 \cos \left( 180^\circ - \frac{3}{2} \alpha \right)} = 1 + \rho \frac{\cos^2 \frac{\alpha}{2}}{\cos^2 \frac{3}{2} \alpha}. \quad (4)$$

Таким чином ефективність роботи плоского дзеркального концентратора залежить від коефіцієнта підсилення потоку сонячної енергії  $k$  і оптимального кута розкриття  $\alpha$  ПДК. Отримані числові значення зведено у табл. 1.

Під час аналізу отриманих табличних значень встановлено, що приріст енергетичної освітленості ПК з найменшими затратами реалізується при  $L = S$  з кутом нахилу від  $90^\circ$  до  $110^\circ$  і коефіцієнтом посилення потоку  $k$  від 1,8 до 1,2.

**Таблиця 1. Значення коефіцієнта підсилення потоку сонячної енергії  $k$**

| Параметри  | Показники |    |     |     |     |     |     |     |     |     |
|------------|-----------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $\alpha$   | 65        | 70 | 75  | 80  | 85  | 90  | 95  | 100 | 105 | 110 |
| $h$        | 7,5       | 15 | 22  | 30  | 37  | 45  | 52  | 60  | 67  | 75  |
| $\theta_1$ | 82        | 75 | 67  | 60  | 52  | 45  | 37  | 30  | 22  | 15  |
| $k$        | 8,4       | 6  | 4,4 | 2,8 | 2,1 | 1,8 | 1,5 | 1,4 | 1,3 | 1,2 |

Отже, за відсутності ПДК вимірний піранометра потік сонячних променів становив  $698 \text{ Вт/м}^2$ , а теплова потужність повітряного колектора  $271,3 \text{ Вт-год/м}^2$ . Під час використання ПДК ці величини зросли до рівня потоку сонячної енергії  $1345,5 \text{ Вт/м}^2$ , а теплова потужність повітряного колектора  $532,1 \text{ Вт-год/м}^2$  відповідно. Таким чином енергетична освітленість зовнішньої поверхні покриття повітряного колектора виросла в 1,92 рази, а теплова потужність – в 1,96 рази.

**Висновок.** На підставі проведених досліджень встановлено раціональні значення двогранного кута (фоклина)  $\alpha$  між дзеркалом і колектором, що складають  $90^\circ \dots 120^\circ$ . Визначено, що коефіцієнт підсилення потоку сонячної енергії  $k$  з найменшими затратами реалізуються від 1,8 до 1,2.

#### Список використаних джерел.

1. Korobka S., Babych M. Substation of the constructive-technological parameters of a solar fruit dryer // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2017. Vol. 1, Issue 8 (85). P. 13–19. doi: [10.15587/1729-4061.2017.90299](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.90299)