

РОЗРАХУНОК ТЕПЛОАКУМУЛЯТОРА ДЛЯ ГЕЛІОСУШАРКИ

Зосімов Є.В.

Науковий керівник - канд. техн. наук, проф. Жила В.І.

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка, (61000, Харків, вулиця Різдвяна, 19, каф. Автоматизованих електромеханічних систем, тел. (057) 712-50-56 E-mail: факс (057) 700-38-88

Постановка задачі, аналіз останніх досліджень та публікацій. Слабким місцем при використанні геліосушарок є їх залежність від погодних умов.

При тривалій дощовій погоді робота геліосушарки неможлива, а при мінливій хмарності чи в нічний період необхідно зменшувати провали в теплопостачанні.

Для забезпечення стабільного процесу сушіння фруктів впродовж доби пропонуємо використовувати в геліосушарці тепловий акумулятор з твердим теплоакумулюючим матеріалом на основі гальки, тобто повітряно-гравійний акумулятор.

Мета досліджень. Розрахувати повітряно-гравійний акумулятор для забезпечення стабільного процесу сушіння фруктів впродовж доби в геліосушарці.

Основні матеріали досліджень. Основою для розрахунку маси теплоакумулюючого матеріалу теплового акумулятора є рівняння складової теплового балансу геліосушарки, тобто енергії, що відводиться від теплового акумулятора:

$$Q_{ma} = V_{ma} \cdot \rho_{ma} \cdot c_{ma} \cdot (T_{ma2} - T_{ma1}), \quad (1)$$

де V_{ma} – об'єм теплового акумулятора, м³; ρ_{ma} – густина теплоакумулюючого матеріалу, кг/м³; c_{ma} – питома теплоємність акумулятора, кДж/(кг·°C); T_{ma2} , T_{ma1} – температура акумулятора на початку і в кінці процесу зарядки, °C.

Тривалість періоду зарядки акумулятора τ_{h1} залежить від висоти шару теплоакумулюючого матеріалу h , швидкості теплоносія v_{mn} у вхідному перерізі та описується формулою:

$$\tau_{h1} = \frac{V_{ma} \cdot \rho_{ma} \cdot c_{ma} \cdot (T_{ma2} - T_{ma1})}{S_{ma} \cdot \alpha_v \cdot \Delta T_{ma} + v_{mn} \cdot c_{mn} \cdot \rho_{mn} \cdot h \cdot F_{ma} \cdot (\bar{T}_{там} - \bar{T}_{тнпк})}, \quad (2)$$

де ρ_{ma} – густина теплоакумулюючого матеріалу, кг/м³;

- ρ_{mn} – густина теплоносія, кг/м³;

- c_{ma} – питома теплоємність акумулятора, кДж/(кг·°C);

- c_{mn} – питома теплоємність теплоносія, кДж/(кг·°C);

- h – висота шару теплоакумулюючого матеріалу акумулятора, м;

- F_{ma} – зовнішня теплообмінна поверхня стінки акумулятора, м;

- v_{mn} – швидкість циркуляції теплоносія, м/с;

- T_{ma2} , T_{ma1} – температура акумулятора на початку і в кінці процесу зарядки, °C;

- $\bar{T}_{там}$ – середня температура в об'ємі теплоакумулюючого матеріалу теплового акумулятора, °C;

- $\bar{T}_{тнпк}$ – середня температура теплоносія в сонячному колекторі, °C;

- V_{ma} – об'єм теплового акумулятора, м³.

Тривалість часу розрядки теплового акумулятора τ_{h2} , визначається за формулою:

$$\tau_{h2} = 20,85 \cdot \frac{T_{ma2} - T_{ma1}}{\bar{T}_{mam} - \bar{T}_{mink}}, \quad (3)$$

Об'єм теплового акумулятора визначаємо за формулою:

$$V_{ma} = \frac{Q_{ak} \cdot K_{ze}}{c_{Vma} \cdot \Delta T_{ma}}, \quad (4)$$

де Q_{ak} – кількість теплової енергії, що акумулюється за день від 10 до 18 години у теплому акумуляторі, Вт·с; K_{ze} – коефіцієнт середньоденного акумулювання теплової енергії в акумуляторі, $K_{ze}=0,2...2,5$; ΔT_{ma} – зміна температури твердих частинок (гальки) при підведенні і відведенні теплоти, $\Delta T_{ma}=(T_{ma2}-T_{ma1})$, °С.

Масу акумулятора геліосушарки визначаємо за формулою:

$$m_{ma} = V_{ma} \cdot \rho_{ma}, \quad (5)$$

де ρ_{ma} – густина теплоакумулюючого матеріалу, кг/м³.

Тепловий процес в елементарному об'ємі описується рівняннями теплообміну:

для теплоакумулюючого матеріалу:

$$c_n \cdot \rho_n \cdot S_{ma} \cdot dx \cdot \partial T_n = \alpha_V \cdot S_{ma} \cdot dx (T_{mn} - T_n) \cdot \partial \tau; \quad (6)$$

для теплоносія (повітря):

$$c_{mn} \cdot G \cdot S_{ma} \cdot \partial \tau \cdot T_n = \alpha_V \cdot S_{ma} \cdot x \cdot (T_{mn} - T_n) \cdot \partial \tau. \quad (7)$$

Приріст температури теплоносія і теплоакумулюючого матеріалу між двома послідовними перерізами описується рівнянням:

$$\Delta T_{n,k-0,5} = \frac{N_n}{N} \cdot \frac{\Delta \tau}{\Delta x} \cdot \frac{|\bar{T}_k - T_k| - |\bar{T}_{k-1} + T_{k-1}|}{2}. \quad (8)$$

Поточна температура теплоакумулюючого матеріалу зменшується згідно виразу:

$$T = T_{nc} + (T_{ma0} - T_{nc}) \exp \left(- \frac{S_{ma}}{R \cdot m_{ma} c_{ma}} \cdot \tau_{h2} \right). \quad (9)$$

Висновки. Отже, отримані рівняння дають змогу розрахувати: (1) та (2) – час зарядки і розрядки теплового акумулятора, (3) – об'єм акумулятора, (4) – масу теплоакумулюючого матеріалу, (5 та 6) – тепловий баланс акумулятора, а (7) і (8) описують роботу акумулятора в режимі зарядки й розрядки залежно від фізичних параметрів навколишнього середовища.