

УДК 664.8.047

ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ СОНЯЧНОГО КОЛЕКТОРА ДЛЯ ГЕЛІОСУШАРКИ

Зосімов Є. В.

Науковий керівник к.т.н., проф. Жила В. І.
ХНТУСГ ім. Петра Василенка, м. Харків, Україна

Постановка задачі, аналіз останніх досліджень та публікацій.

Аналіз існуючих засобів і способів сушіння фруктів показує, що найбільшого поширення в особистих селянських і фермерських господарствах набули традиційні сушильні апарати камерного типу з конвективним способом відведення теплоти. На основі аналізу встановлено, що традиційні сушильні апарати мають значні витрати енергоносіїв; характеризуються низьким термічним ККД, підвищеною питомою матеріаломісткістю та шкодять довкіллю. Тому сушіння невеликих об'ємів фруктів доцільно проводити в геліосушарках (сонячних сушарках), які забезпечують рівномірність нагріву фруктів і енергоощадний режим сушіння, що не спричинює деформації і розтріскування матеріалу. Використання геліосушарок особливо раціональне для умов особистих селянських і фермерських господарств, де необхідно сушити невеликі партії фруктів, а віддаленість від точок продажу енергоносіїв – значна. Одним із головних компонентів підвищення ефективності процесу сушіння є забезпечення необхідного волого-теплогового режиму, що створюється сонячними колекторами.

Мета досліджень. Обґрунтувати параметри сонячного колектора для забезпечення роботи циліндричної модульної геліосушарки.

Основні матеріали досліджень. Пристрій відноситься до техніки сушіння, що здійснюється сонячною енергією та може бути використаний як у сільськогосподарському виробництві, так й індивідуальними споживачами для сушіння рослинної продукції, в т.ч. ягід, овочів та фруктів, грибів тощо. За даними наведеними на сайті NASA, оптимальні кути нахилу і середньоденні надходження сонячної енергії становлять: - липень $\beta_{opt} = 13^\circ$; $H_\beta = 5,02$ кВт·год/м²; серпень – $\beta_{opt} = 25^\circ$; $H_\beta = 4,77$ кВт·год/м²; вересень – $\beta_{opt} = 39^\circ$; $H_\beta = 3,35$ кВт·год/м²; жовтень – $\beta_{opt} = 54^\circ$; $H_\beta = 2,51$ кВт·год/м². В результаті обчислень приймаємо оптимальний кут нахилу похилої сприймальної площини повітряного сонячного колектора до горизонту рівним $\beta_{opt} = 40^\circ$.

Теплопродуктивність сонячного колектора Q визначається за формулою

$$Q = S_{nk} \cdot F_R \cdot \left[\left(k(\tau) \cdot R_\beta \cdot E^{\max} \cos \pi \frac{\tau}{\tau_c} \right) \cdot (\alpha \cdot \tau) - U_L \cdot (T_{m1} - T_{nc}) \right], \text{ кДж/год.},$$

де S_{nk} - площа сонячного колектора, м²; F_R - коефіцієнт випромінювання тепла з сонячного колектора; k - коефіцієнт підсилення потоку сонячної енергії, що визначається експериментально; R_β - коефіцієнт середньомісячного надходження сонячного випромінювання; E^{\max} - максимальна енергетична освітленість горизонтальної поверхні повітряного колектора, Вт/м²; U_L - коефіцієнт теплових втрат сонячного колектора, Вт/(м²·°C); τ_c - тривалість надходження сонячної енергії, с; α, τ - коефіцієнти поглинання і пропускання сонячного випромінювання; T_{m1}, T_{nc} - температура повітря на вході в колектор і виході з нього, °C.

Коефіцієнт випромінювання тепла з сонячного колектора F_R розраховується за формулою

$$F_R = \frac{G_{num} \cdot c_{mu}}{S_{nk} \cdot U_L} \cdot \left[1 - \exp \left(- \frac{S \cdot U_L \cdot F_{ef}}{G_{num} \cdot c_{mu}} \right) \right]$$

де F_{ef} - коефіцієнт ефективності сприймаючої панелі сонячного колектора;

G_{num} - питомі (на одиницю площі поверхні) витрати теплоносія, кг/м²·с.

Витрати теплоносія на квадратний метр геліосушарки визначаємо за формулою

$$Q = S \cdot v_{ny}, \text{ м}^3/\text{с},$$

де v_{ny} - швидкість руху теплоносія, м/с.

Умова для визначення необхідної площі сонячного колектора S_{nk} має вигляд

$$S_{nk} \geq \frac{Q_{суш}}{7200 \cdot \eta \cdot H_\beta^0}, \text{ м}^2,$$

де $Q_{суш}$ - добова потреба теплової енергії на сушіння фруктів, кДж; η - ККД колектора; H_β^0 - надходження сонячної енергії, кВт·год./м².

Висновки. Отримані аналітичні рівняння, дають змогу обґрунтувати конструктивні параметри елементів геліосушарки, а саме – теплопродуктивність та площу сонячного колектора.