

## ВИКОРИСТАННЯ СУШАРОК ПОБУТОВОГО КЛАСУ ДЛЯ ОБІГРІВАННЯ ПРИСАДИБНИХ ТЕПЛИЦЬ

Вінницький національний технічний університет;

### *Анотація*

*Виконано аналіз можливості обігрівання присадибних теплиць теплотою відпрацьованого теплоносія з побутових сушарок.*

**Ключові слова:** сушіння, сушарки, обігрівання теплиць, теплоізоляція теплиць.

### *Abstract*

*The analysis of the possibility of heating homestead greenhouses with the heat of the spent heat carrier from household dryers is performed.*

**Keywords:** drying, dryers, heating of greenhouses, thermal insulation of greenhouses.

### Вступ

Виробництво сухофруктів і сухих овочів є досить енергозатратним процесом як в промисловості, так і в фермерських чи присадибних господарствах, оскільки відпрацьований сушильний агент, хоча і має низький сушильний потенціал, внаслідок великого вмісту в ньому водяної пари, виносить із сушарок значну кількість теплоти [1-3].

Разом з тим, присадибні теплиці, які, як правило, використовуються сезонно, часто потребують додаткового обігріву. Найчастіше сезон сушіння плодоовочевої продукції і сезон використання теплиць практично співпадають. Це жовтень-листопад, коли масово виробляються сухопродукти і йде дорошування пасльонових (перець і томати) в теплицях, та березень-травень, коли сушарки використовують для пересушування надгнилих яблук після перебірки, а в теплицях вирощують розсаду та роблять вигонку весняної зелені [4].

Метою роботи є аналіз можливості використання низькопотенційної теплоти відпрацьованого сушильного агента для обігріву і зволоження повітря в теплицях без використання додаткових пристосувань, таких, як наприклад, рекуператори, осушувачі тощо.

### Результати дослідження

Відомо [1], що сам процес конвективного сушіння проходить без теплових втрат сушильним агентом, тобто зі сталою ентальпією, а втрати теплоти в конвективних сушарках відбуваються внаслідок виведення вологого сушильного агента назовні і внаслідок теплопередачі в навколишнє середовище через теплову ізоляцію камери. Існує ще одна стаття втрат теплоти – на початкове розігрівання сировини, але для камерних конвективних сушарок періодичної дії (а саме такими є переважна більшість сушарок побутового класу) вона зовсім незначна, займає невеликий проміжок часу в порівнянні з тривалістю процесу сушіння і нею можна знехтувати.

В присадибних теплицях теплові втрати можна розрахувати з рівняння

$$Q = Q_z + Q_{\text{інф}} + Q_o, \quad (1)$$

де  $Q_z$  – втрати теплоти через ґрунт;

$Q_{\text{інф}}$  – втрати теплоти на інфільтрацію;

$Q_o$  – втрати теплоти через огороження (плівку, скло, полікарбонат тощо).

Точний розрахунок  $Q_3$  і  $Q_{\text{інф}}$  досить складний. Наприклад, для ґрунту, площу теплиці потрібно ділити на ділянки вздовж периметра (втрати біля стін більші, до центру менші). Для розрахунку інфільтрації необхідно враховувати напрямок і швидкість переважаючих вітрів у регіоні, тощо.

Однак, для обліку цих тепловтрат можна скористатися середніми значеннями [5]:

- втрати через ґрунт + 5-10%;
- втрати через інфільтрацію + 8-10%.

Втрати теплоти через огороження можна розрахувати за рівнянням теплопередачі

$$Q_o = k \cdot F \cdot \Delta t, \quad (2)$$

де  $k$  – коефіцієнт теплопередачі через огорожувальну конструкцію (для одношарової поліетиленової плівки товщиною 150 мкм можна приймати  $k = 7,5 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ ; для двошарової з подушкою  $3,5 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ ; для скла товщиною 4 мм  $k = 6 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ ; для полікарбонату однокамерного товщиною 6 мм  $k = 3,9 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ ) [5];

$F$  – площа огорожувальної конструкції;

$\Delta t$  – перепад температур повітря в теплиці і назовні.

Як правило,  $+18 \text{ }^\circ\text{C}$  буває достатньо для вирощування більшості овочів і  $+25 \text{ }^\circ\text{C}$  для розсади [5]. Разом з тим, в період вирощування розсади (березень-квітень) температура навколишнього повітря в Україні практично не буває меншою від  $-5 \text{ }^\circ\text{C}$ . Тож максимальний перепад температур можна приймати  $\Delta t = 23 \text{ }^\circ\text{C}$  для овочів і  $\Delta t = 30 \text{ }^\circ\text{C}$  для вирощування розсади.

Теплова потужність побутових сушарок рідко буває більшою від 2,5 кВт (це пов'язано зі стандартами побутової електромережі).

З врахуванням вищесказаного, результати розрахунків можливої опалювальної площі теплиці з різними покриттями представлені на рис. 1.

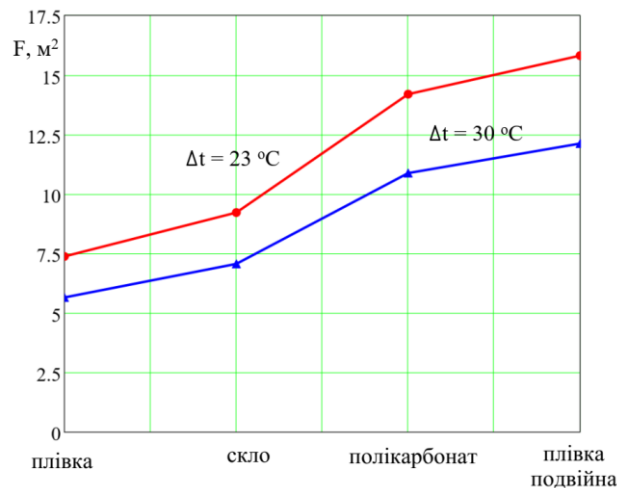


Рис. 1. Рекомендована площа теплиці для різного покриття

З рис. 1 видно, що навіть при використанні одношарової плівки на теплиці побутова сушарка спроможна забезпечити комфортну температуру на площі до  $8 \text{ м}^2$ , чого цілком достатньо для весняної вигонки зелені для сім'ї з 4 чоловік, а використання полікарбонату повністю задовольняє температурні потреби при вирощуванні розсади на площі більше  $10 \text{ м}^2$ . Причому сушарка виконуватиме і основну функцію – висушування фруктів (яблук) після весняної переборки.

### Висновки

Встановлено, що побутова сушарка потужністю до 2,5 кВт крім основної роботи – висушування сировини спроможна забезпечити комфортну температуру для вирощування ранньої зелені і вирощування розсади при обігріванні присадибних теплиць теплотою, що виходить із сушарки з відпрацьованим сушильним агентом.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ткаченко С. Й., Співак О. Ю. Сушильні процеси та установки : Вінниця: ВНТУ, 2008. 98с.
2. Співак О. Ю., Кучинський М. О. Дослідження кінетики процесів сушіння сільськогосподарської сировини в побутових сушарках // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. 2012. №1. С. 85-89.
3. Співак О. Ю. Сушильні процеси та установки. Приклади та задачі. Навчальний посібник : Вінниця: ВНТУ, 2014 – 116 с.
4. Як зберегти врожай яблук аж до весни. URL : <https://volga.lutsk.ua/view/17973/2/> (дата звернення 21.04.2022).
5. Який матеріал краще обрати для покриття теплиці. URL : <http://plastimet.com.ua/index.php/> (дата звернення 11.04.2022).

*Співак Олександр Юрійович* — канд. техн. наук, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: spivak000@gmail.com

*Педченко Назар Сергійович* — студент групи ТЕ-20б, факультет будівництва цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: pedchenko\_n@gmail.com

*Ткач Назар Олександрович* — студент групи ТЕ-21мс, факультет будівництва цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: tkach.nazar71@gmail.com

**Spivak Olexandr Y.** — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: spivak000@gmail.com

**Pedchenko Nazar S.** — Department of Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : pedchenko\_n@gmail.com

**Tkach Nazar O.** — Department of Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : tkach.nazar71@gmail.com