

УДК 674.047

## МЕТОДИКА ОПТИМІЗАЦІЇ ЦИРКУЛЯЦІЇ ПОВІТРЯ В СОНЯЧНІЙ СУШИЛЬНІЙ КАМЕРІ ДЛЯ ДЕРЕВИНИ

Шевченко С.А., к.т.н., доцент; Олійников О.А., магістрант  
(Харківський національний технічний університет  
сільського господарства ім. Петра Василенка)

*Розроблено методику оптимізації циркуляції повітря в сонячній сушильній камері. Запропоновано використовувати штабель змінної ширини, що дає змогу збільшувати об'єм пиломатеріалів, які завантажуються в сушильну камеру. Оптимальне розташування екранів визначатиметься за допомогою факторного експерименту.*

**Вступ.** Використання сонячних сушильних камер є одним з перспективних напрямків зменшення викидів парникових газів в атмосферу і, отже, зниження техногенного навантаження на навколишнє середовище [1]. При цьому відходи деревообробки, що використовуються на опалення сушарок, можуть використовуватись більш раціонально. Сушіння в сонячних камерах, на відміну від атмосферного сушіння деревини, є керованим процесом, що дає змогу розглядати його як альтернативу атмосферному сушінню на першому етапі комбінованого сушіння деревини [2].

**Постановка проблеми.** Одним з показників якості сушіння є розкид вологості пиломатеріалів, що знаходяться в різних частинах сушильного штабеля. Цей розкид переважно обумовлюється відмінністю швидкостей руху агенту сушіння між різними рядами дощок сушильного штабеля. Оскільки компонування сонячних сушильних камер відрізняється від компонування опалюваних сушарок через наявність сонячного колектора, то виникає потреба в дослідженні розподілу агенту сушіння в сонячних камерах з урахуванням якомога повнішого використання їх внутрішнього об'єму.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Огляд літературних джерел показує, що переважну більшість сонячних сушильних камер для деревини становлять активні (з примусовою циркуляцією агенту сушіння) камери інтегрального компонування (з розміщенням сушильного штабеля і сонячного колектора в одному корпусі) [3, 4]. При цьому використовують сушильні штабелі прямокутного перетину, хоча форма перетину самої сушильної камери тією ж площиною є трикутною (якщо нижня грань колектора сягає низу штабеля) або трапецеїдальною (така форма є зручнішою, якщо кілька камер розташовують поряд). Це призводить до невисоких значень коефіцієнту заповнення внутрішнього простору сонячної сушильної камери – для камер трикутного перетину цей коефіцієнт приблизно дорівнює 50%. Отже, збільшується площа поверхні огородження,

що припадає на одиницю об'єму пиломатеріалів. В свою чергу, це супроводжується збільшеними втратами теплової енергії через огороження сушильної камери. Для вирівнювання швидкостей повітря між рядами дощок штабеля прямокутного перерізу можуть використовуватись рішення, аналогічні тим, що застосовуються в опалюваних сушарках.

Збільшити коефіцієнт заповнення внутрішнього простору сонячної сушильної камери можна, заповнюючи дошками вільний простір під похилим сонячним колектором. Однак при цьому довжини шляхів агенту сушіння між різними рядами дощок відрізняться. Отже, не співпадатимуть і відповідні гідравлічні опори ділянок (при однаковій швидкості агенту сушіння).

**Невирішеною частиною проблеми** є оптимізація розподілу повітря між рядами дощок сушильного штабеля, перетин якого відрізняється від прямокутного.

**Метою** статті є розробка методики оптимізації циркуляції повітря в сонячній сушильній камері трапецеїдального перетину, простір під сонячним колектором якої використовується для збільшення об'єму сушильного штабеля.

#### **Виклад основного матеріалу.**

Поперечний перетин сонячної сушильної камери наведено на рис. 1. На цьому ж рисунку показано сушильний штабель, поперечний перетин якого умовно розділено на прямокутну та трапецеїдальну частини. Наявність трапецеїдальну частини дає змогу збільшити об'єм сушильного штабеля. Ширина верхньої частини штабеля визначається виходячи з ширини пиломатеріалів. Кут нахилу трапецеїдальної частини штабеля доцільно вибрати таким, що дорівнює куту нахилу сонячного колектора. Оптимальне значення цього кута залежить від місця розташування сушильної камери, інтервалу часу, коли здійснюється сушіння, та наявності перепон сонячному випромінюванню (будинки тощо) [5]. Визначимо, як збільшиться об'єм пиломатеріалів, які завантажуються в сушильну камеру, завдяки наявності частини штабеля з трапецеїдальним перетином – див. рис. 1.

Визначимо висоту трапецеїдальної частини штабеля:

$$h_T = (B - b) \sin \gamma \quad , \quad (1)$$

де  $h_T$  – висота трапецеїдальної частини штабеля, м;  $B$  – ширина штабеля, м;  $b$  – ширина верхньої частини штабеля, м;  $\gamma$  – кут нахилу трапецеїдальної частини штабеля град.

Обчислимо площі перетинів прямокутної та трапецеїдальну частин штабеля:

$$S_T = h_T \frac{B+b}{2} = \frac{(B^2 - b^2) \sin \gamma}{2}, \quad (2)$$

$$S_{II} = hB, \quad (3)$$

де  $S_T$  – площа перетину трапецеїдальної частини штабеля,  $\text{м}^2$ ;  $S_{II}$  – площа перетину прямокутної частини штабеля,  $\text{м}^2$ ;  $h$  – висота прямокутної частини штабеля, м.

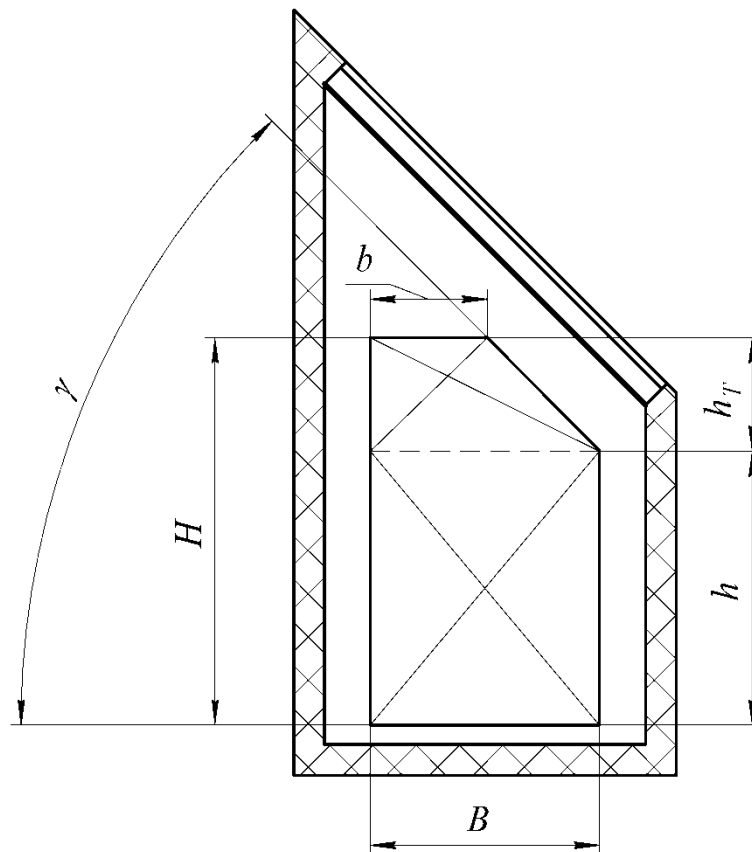


Рисунок 1 – Поперечний перетин сонячної сушильної камери.

Перейдемо до відносних значень розмірів елементів штабеля:

$$b = k_b B, \quad (4)$$

$$h = k_h B, \quad (5)$$

де  $k_b$  – відносна ширина верхньої частини штабеля;  $k_h$  – відносна висота штабеля.

Перетворюючи (2, 3) з урахуванням (4, 5), одержимо:

$$S_T = \frac{B^2(1 - k_b^2) \sin \gamma}{2}, \quad (6)$$

$$S_{II} = k_h B^2. \quad (7)$$

Визначимо сумарну площу перетину штабеля та порівняємо її з площею перетину прямокутної частини штабеля.

$$S = S_{II} + S_T = B^2 \left( k_h + \frac{(1 - k_b^2) \sin \gamma}{2} \right), \quad (8)$$

$$K = \frac{S}{S_{II}} = 1 + \frac{S_T}{S_{II}} = 1 + \frac{(1 - k_b^2) \sin \gamma}{2k_h}, \quad (9)$$

де  $S$  – площа перетину штабеля, м<sup>2</sup>;  $K$  – коефіцієнт збільшення об'єму штабеля.

Нерівномірність розподілу потоку агенту сушіння між рядами дощок сушильного штабеля характеризують коефіцієнтом варіації [6]. З урахуванням змінної ширини штабеля, при визначенні варіації швидкості агенту сушіння слід враховувати вагові коефіцієнти, залежні від ширини штабеля на певній висоті.

$$D_V = \sum_{i=1}^n k_i (\bar{V} - V_i)^2, \quad (10)$$

$$k_i = \frac{l(i)}{\sum_{i=1}^n l(i)}, \quad (11)$$

$$v = \frac{\sqrt{D_V}}{\bar{V}}, \quad (12)$$

де  $D_V$  – дисперсія швидкості агенту сушіння, (м/с)<sup>2</sup>;  $i$  – номер проміжку між дошками, в якому здійснюється вимірювання швидкості агенту сушіння;  $k_i$  – ваговий коефіцієнт;  $\bar{V}$  – середня швидкість агенту сушіння, м/с;  $V$  – швидкість агенту сушіння, м/с;  $l$  – ширини штабеля, м;  $v$  – коефіцієнт варіації швидкості агенту сушіння.

Нерівномірність розподілу потоку агенту сушіння між рядами дощок досліджуватиметься на макеті сушильної камери. Для вирівнювання потоків агенту сушіння застосовуватимуться екрани, за допомогою яких змінюватимуться зазори між огороженням сушарки та сушильним штабелем. Оптимальне розташування екранів визначатиметься за допомогою факторного експерименту.

Висновки. Розроблена методика дає змогу визначити оптимальне розташування екранів, які призначаються для вирівнювання швидкостей руху повітря в сонячній сушильній камері зі збільшеним об'ємом пиломатеріалів. Перспективним напрямком подальших досліджень є оптимізація потоків агенту сушіння за наявності акумуляторів теплової енергії.

### Список літератури

1. Озарків І.М., Ференц, О.Б., Кобринович М.С. Особливості розрахунку геліосушильної установки для деревини // Національний лісотехнічний університет України. Науковий вісник. –2007. –Вип. 17.1. –С. 91–96.

2. Шевченко С.А. Павленко Ю.С. Методика розрахунку тривалості атмосферно-камерного сушіння деревини // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. –2014. –Вип. 147. – С. 48-52.

3. Dennis Scanlin. Solar Lumber Kiln // Home Power.–1998. –п.63. –Р.50–57.

4. Luna D. Nadeau J.-P., Jannot Y. Solar timber kilns: State of the art and foreseeable developments // Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2009. – №13. –pp. 1446–1455.

5. Шевченко С.А., Автухов А.К. Дьяченко В.Ю., Будник С.В. Оптимізація просторової орієнтації сонячного колектора при будівництві сушильної камери для деревини в населеному пункті // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. –2015. –Вип.167.

6. Білей П.В., Соколовський І.А., Павлюст В.М., Кунинець Є.П. Керівні технічні матеріали з технології камерного сушіння пиломатеріалів. – Ужгород: Карпати, 2010. –140с.

### Анотація

## **МЕТОДИКА ОПТИМІЗАЦІЇ ЦИРКУЛЯЦІЇ ВОЗДУХА В СОЛНЕЧНОЇ СУШИЛЬНОЇ КАМЕРІ ДЛЯ ДРЕВЕСИНИ**

Шевченко С.А., Олейников А.А.

*Разработана методика оптимизации циркуляции воздуха в солнечной сушильной камере. Предложено использовать штабель переменной ширины, что позволяет увеличивать объем пиломатериалов, которые загружаются в сушильную камеру. Оптимальное расположение экранов будет определяться по результатам факторного эксперимента.*

**Abstract**

**TECHNIQUE OF OPTIMIZE AIR CIRCULATION IN  
SOLAR LUMBER KILN**

Shevchenko S.A, Oliinykov O.A.

*Technique to optimize air circulation solar lumber kiln is developed. It proposed to use a variable width of the stack, which allows to increase the amount of lumber which are loaded into the drying chamber. The optimal location of the screens will be determined by a factorial experiment.*