

3. ТЕХНОЛОГІЯ ТА УСТАТКУВАННЯ ЛІСОВИРОБНИЧОГО КОМПЛЕКСУ

УДК 674.047

Мол. наук. співроб. В.Я. Озарків; аспір. В.С. Козар –
НЛТУ України, м. Львів

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ ТОПОЛОГІЇ ТЕМПЕРАТУРНО- ВОЛОГІСНИХ Й АЕРОДИНАМІЧНИХ ПОЛІВ

Розкрито особливості топології різних полів в сонячній сушарці. Наведено розподіли зон їх дослідження. Розглянуто схеми типових теплових процесів. Наведено рівняння розподілів температурних полів і поля швидкостей циркуляції повітря у процесі терморадіаційно-конвективного сушіння різних вологих матеріалів.

Відомо [1], що теплові процеси становлять основу багатьох виробництв лісового комплексу, де реалізуються різні фізичні, хімічні, механічні явища, з допомогою яких здійснюється цілеспрямований вплив на оброблювані технологічні середовища та матеріали (об'єкти оброблення) з метою отримання певного кінцевого результату. Тому, в будь-якому тепловому процесі беруть участь як основне середовище, так і додатково введені компоненти з використанням фізико-хімічних, механічних, тепломасообмінних, оптичних впливів (рис. 1).

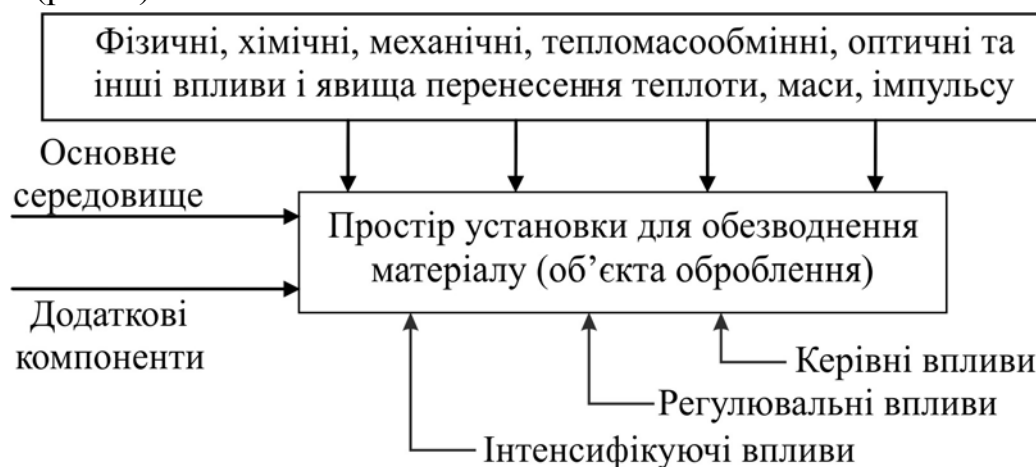


Рис. 1. Загальна схема тепло-технічного процесу

Варто зазначити, що характер класифікації процесів сприяє не тільки з'ясуванню самої суті того чи іншого процесу, поглибленню аналізу, систематизації і узагальненню, визначенню загальних підходів для їх вивчення і розроблення методів інтенсифікації самого процесу, але й дає змогу вибрати узагальнювальний кваліфікаційний критерій, параметри, характеристики чи ознаки, за якими і здійснюється розмежування всього масиву об'єктів. Тому, згідно з фізичною суттю, залежно від природи явищ, усі процеси можна умовно розділити на теплові, масообмінні, механічні та гідромеханічні процеси.

За допомогою аналогізації процесів, використання якої як комплексу широких аналогій є необхідним, в тих випадках, встановлюється подібність в механізмі перебігу процесів і узагальнюються фізичні моделі механізмів процесів. І хоч процеси мають різну природу, побудована фізична модель їх ре-

алізації характеризується загальністю механізму. Сам механізм того чи іншого процесу складається із таких елементів перенесення тепла і маси, наприклад: явищ конвективної дифузії; молекулярної дифузії; термодифузії; опору фазового переходу, що залежить від фізичної суті й специфіки процесу.

Дослідження розподілу температури та вологовмісту в процесі термо-радіаційно-конвективного сушіння різних вологих матеріалів описано в роботах П.Д. Лебєдєва, В.А. Книша, Я.А. Долаціса, С.Г. Ільєсова, Гарбера, Ф. Кольмена і А. Шнайдера, Р. Борхерта і В. Юбіца, М. Дерібере та ін. У цих роботах наведено результати експериментальних досліджень з вивчення можливості доцільного використання променевої енергії для сушіння деревини.

Процес сушіння, розподілу температурних та швидкісних циркуляційних полів в сонячній сушильній камері значною мірою залежить від аеродинамічної схеми і системи сушильної камери. Щодо дослідження аеродинаміки лісосушильної камери то варто зазначити, що певний інтерес становлять роботи проф. П.В. Білея [1].

Варто зазначити, що характер руху газу (повітря) залежить від співвідношень між силами ваги, силами внутрішнього тертя та інерційними силами. Під час аналітичного дослідження руху сушильного агента необхідно скласти рівняння, що буде визначати поле швидкостей в рухомому середовищі, тому що швидкість є основною змінною в подібних задачах.

Динамічне рівняння руху дає змогу використовувати критерії Фруда ($F_r = \frac{\omega^2}{q \cdot l}$, де: ω – швидкість повітряного потоку, q – прискорення земного тяжіння, l – характерний або визначальний розмір), Рейнольдса ($Re = \frac{\omega}{\gamma} \cdot l$, γ – коефіцієнт кінематичної в'язкості) і Ейлера ($E_u = \frac{\Delta \omega}{\rho \cdot \omega^2}$, ρ – густина повітря).

Для випадку стаціонарного й чисто вимушеного руху узагальнені рівняння руху можна записати [2] таким чином:

- для температури $\frac{t}{t_0} = f\left(\frac{x_1}{l}, \frac{x_2}{l}, \frac{x_3}{l}; Re_i; Pr_i, \dots\right);$ (1)
- для швидкості $\frac{\omega}{\omega_0} = \varphi\left(\frac{x_1}{l}, \frac{x_2}{l}, \frac{x_3}{l}; Re_i; P_1; P_2, \dots\right);$
- для швидкості $\frac{\Delta P}{\rho \cdot \omega^2} = \gamma\left(\frac{x_1}{l}, \frac{x_2}{l}, \frac{x_3}{l}; Re_i; Pr_i; P_1, \dots\right).$

Для порівняння якості розподілу температурних полів і поля швидкостей циркуляції повітря у геліосушарці, зазвичай, за параметр оптимізації використовують коефіцієнт варіації температури і швидкості циркуляції. Характер розподілення цих полів адекватно апроксимується рівнянням 3-го порядку, тобто

$$y = a_0 + a_1 \cdot \bar{x} + a_2 \cdot \bar{x}^2 + a_3 \cdot \bar{x}^3, \quad (2)$$

де: a_0, a_1, a_2, a_3 – параметри (коефіцієнти), що визначаються методом найменших квадратів; $\bar{x}$ – безрозмірна координата ($\bar{x} = \frac{x}{l}$).

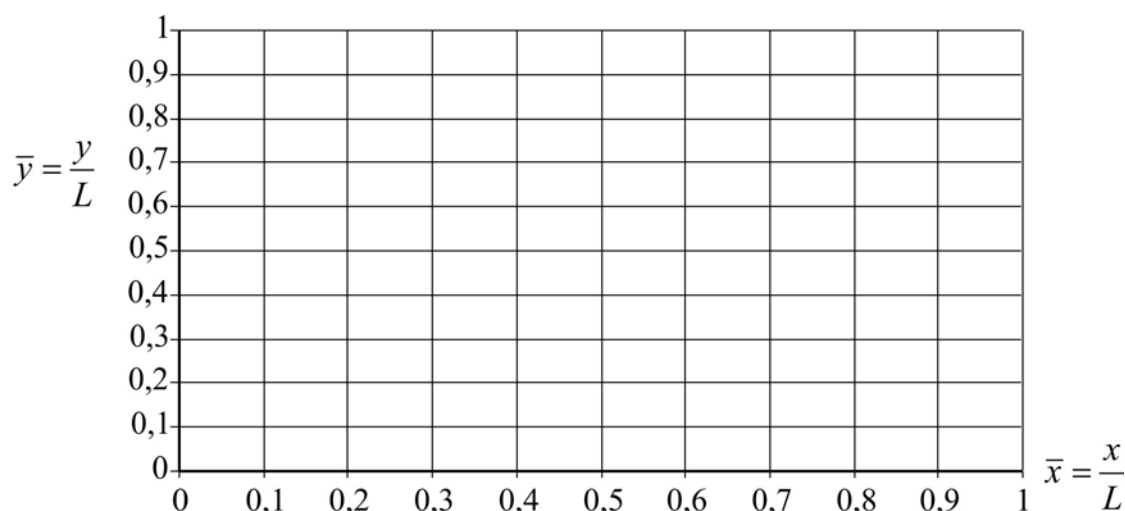


Рис. 2. Схема дослідження температурно-швидкісних полів в геліосушарці

Варто зазначити, що розподіл агента сушіння (повітря) за довжиною камери із достатньою для практики точністю саме визначається за параболічним рівнянням 3-го ступеня. Розподіл температурних полів, як і швидкостей циркуляції, можуть бути представлені рівнянням

$$t_x = t_0 + t_1 \cdot x + t_2 \cdot x^2 + t_3^3; \quad (3)$$

$$\omega_x = \omega_0 + \omega_1 \cdot x + \omega_2 \cdot x^2 + \omega_3 \cdot x^3, \quad (4)$$

тобто величина ω_1 ; ω_2 ; ω_3 – швидкість температури, або витікання повітря на віддалі X від початку осей координат.

Нагнітальний канал сушарки – це повітровід прямокутного перерізу зі сторонами B і H (B – ширина, H – висота каналу нагнітання повітря із площею поперечного перерізу F і довжиною камери L).

Саме тому великої ваги набуває зміна характеру розподілу температури ($\bar{t} = \frac{t_i}{t_{сеп}}$) і швидкості ($\bar{\omega} = \frac{\omega_i}{\omega_{сеп}}$) на довжині камери за безрозмірної координати ($\bar{x} = \frac{x}{L}$).

Література

1. Билей П.В. Технология камерной сушки пиломатериалов твердых лиственных пород : монография / П.В. Билей. – Львов : Изд-во ЛЛТИ, 1991. – 79 с.
2. Озарків І.М. Основи аеродинаміки і тепломасообміну : навч. посібн. / І.М. Озарків, Л.Я. Сорока, Ю.І. Грицюк. – К. : Вид-во ІЗМН, 1997. – 280 с.

Озаркив В.Я., Козар В.С. Методика исследования топологии температурно-влажностных и аэродинамических полей

Раскрыты особенности топологии различных полей в солнечной сушилке. Приведены распределения зон их исследования. Рассмотрены схемы типичных тепловых процессов. Приведены уравнения распределения температурных полей и поля скоростей циркуляции воздуха в процессе терморadiационно-конвективной сушки различных влажных материалов.

Ozarkiv V.Ya., Kozar V.S. Method of temperatural and humidital topology research and aerodynamic fields

The features of topology of the different fields in a sun dryer have been discovered. Distribution of their research areas have been shown. A scheme of typical thermal proces-

ses considered. Cite the equations distribution of temperature fields and velocity fields of air circulation during termoradiation-convective drying of various moist materials.

УДК 674.047

Проф. П.В. Білей, д-р техн. наук;
аспір. Б.І. Приставський – НЛТУ України, м. Львів

АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ В ПРОЦЕСАХ СУШІННЯ ДЕРЕВИНИ

Проведено аналіз залежності для визначення маси та ентальпії топкових газів, отриманих від спалювання деревного палива, та питомих витрат теплової енергії на випаровування вологи з деревини.

Виробництво і використання теплової енергії в процесах сушіння пиломатеріалів і заготовок, лущеного і струганого шпону та подрібненої деревини є надзвичайно актуальною проблемою сьогодення. На процеси сушіння і нагрівання деревини на деревообробних підприємствах витрачається до 70 % виробленої теплової енергії. Отже, актуальне питання щодо раціонального використання теплової енергії, чіткого визначення її корисних витрат та можливих втрат.

Насамперед тепла енергія витрачається на виробництво теплоносія у вигляді топкових газів, водяної пари або нагрітої води. Як теплоносій топкові гази є найдешевшим видом тепlopостачання [1, 2]. Найбільшу вищу теплотворну здатність має природний газ, але це надто дорогий теплоносій, щоб його використовувати в деревообробній промисловості. Найдешевшим є теплоносій, отриманий від спалювання деревного палива. Як деревне паливо можна використати лісосічні відходи, кількість яких в Україні становить близько 1,7 млн м³ або 12 % від обсягу лісозаготівлі. На деревообробних підприємствах внаслідок перероблення круглих лісоматеріалів утворюється значна кількість відходів: у лісопильному виробництві – до 35 %, у виробництві дверних та віконних блоків – до 31 %, у виробництві паркету – до 30 %, у виробництві меблів – до 54 %, у ремонтно-будівельних роботах – до 33 %. Таким чином, отримані у виробничих цехах відходи необхідно утилізувати шляхом спалювання на сміттєзвалищах або використати для виробництва деревно-стружкових плит і як деревне паливо – для отримання дешевої теплової енергії.

У процесі спалювання палива з деревини утворюються топкові гази з вищою теплотворною здатністю, яка визначається за відомою формулою [1, 3]

$$Q_{\text{в}} = 4.19(81C + 300H - 26O), \text{ кДж/кг}, \quad (1)$$

де C , H , O – відповідно вміст у паливі з деревини вуглецю, водню і кисню.

Вища теплотворна здатність палива з деревини залежить від її вологості. Для розрахунків приймається значення відносної вологості деревини $W_{\text{в}} = 30 \%$.

Маса сухої частини газів, що утворюється у процесі згорання 1 кг визначиться за формулою

$$q = 1 + \alpha L_0 - \frac{W_{\text{в}} + 9H + A}{100} \text{ кг-газу/кг-палива}, \quad (2)$$