

Орієнтовно тривалість проміжної тепловологообробки ($\tau_{п.о.}$, годин) для товщин $S_1 > 20$ мм можна визначити за формулою:

$$\tau_{п.о.} = a + b\sqrt{(S_1 - 20)^3}, \text{ год} \quad (8)$$

де a , b – коефіцієнти формули, які залежать від породи деревини, швидкості циркуляції повітря.

Температуру агента сушіння при тепловологообробці рекомендується приймати на $3...8^\circ\text{C}$ більше від відповідного (поточного) ступеня режиму сушіння, а при переході на вищий ступінь режиму – за її температурою. Відносну вологість повітря приймають $\phi = 100\%$ за умови $W \geq 25\%$, та $\phi = 92...97\%$ за умови $W < 25\%$. Режими проміжної тепловологообробки пропонується проводити в процесі сушіння твердих листяних порід товщиною $25...70$ мм та хвойних порід товщиною $50...70$ мм.

Кінцева тепловологообробка

Кінцеву тепловологообробку проводять для вирівнювання вологості за товщиною матеріалу. В процесі конвективного сушіння є завжди перепад вологості (потенціал вологопереносу) по товщині матеріалу. В кінці процесу вологість поверхневих шарів ($W_{пов}$) є близькою до рівноважного стану (тобто, $W_{пов} \approx W_p$), а вологість центральних шарів може бути (в $2...3$ рази і більше) вищою ніж поверхневих. Експлуатувати таку деревину як матеріал небезпечно – нерівномірність розподілу вологості по перетину може позначатись на якості готових виробів.

Тривалість кінцевої тепловологообробки залежить від породи деревини, товщини, середньої кінцевої вологості матеріалу – $\bar{W}_k$, вологості поверхневих і центральних шарів, параметрів середовища. Орієнтовно тривалість кінцевої тепловологообробки можна визначити за формулою:

$$\tau_{ko} = B\bar{W}_k\sqrt{\frac{W_{ц}}{W_{пов}}}, \text{ год}, \quad (9)$$

де: B – коефіцієнт, який залежить від породи і товщини матеріалу; $W_{ц}$, $W_{пов}$ – відповідно вологість центральних і поверхневих шарів деревини.

Кондиціонування

Для вирівнювання вологості окремих дощок (заготовок) у штабелі після сушіння проводять кондиціонуючу обробку при температурі останнього ступеня режиму і відносній вологості повітря, яка забезпечує досягнення рівноважної вологості деревини. Тривалість кондиціонування можна визначити за формулою:

$$\tau_k = C_k\bar{W}_kS_1^2 \cdot 10^{-3}, \text{ год}, \quad (10)$$

де: C_k – коефіцієнт, який враховує породу деревини (наприклад, для бука і клена $C_k = 0,36$); $\bar{W}_k$ – середня кінцева вологість матеріалу, % абс.; S_1 – товщина матеріалу, мм.

Кінцеву тепловологообробку та кондиціонування доцільно об'єднати

$$\tau_k = A_k\bar{W}_kS_1^2\sqrt{\frac{W_{ц}}{W_{пов}}} \cdot 10^{-3}, \text{ год}. \quad (11)$$

Тривалість цих тепловологообробок була знайдена орієнтовно. Для більш точного визначення тривалості тепловологообробок необхідно враховувати теплові та інерційні характеристики сушильних камер, параметри середовища, розміри і властивості матеріалу, швидкість циркуляції агента сушіння та інші фактори.

Тривалість остигання камери визначається за формулою

$$\tau_o = a(t_m - t_{ko})\rho S_1^m, \quad (12)$$

де: t_m – температура матеріалу в кінці процесу сушіння, $^\circ\text{C}$; t_{ko} – кінцева температура остигання в камері, $^\circ\text{C}$; a , m – постійні коефіцієнти.

УДК 621.396.6+697.685.8 Асист. В.Б. Фаст – НУ "Львівська політехніка"

МОДЕЛЬ ПОВІТРОВОДУ ПОСТІЙНОГО ПЕРЕТИНУ ДЛЯ ШАФ СУШІННЯ З ПОДАЧЕЮ ПОВІТРЯ У ПРОТИЛЕЖНІ ТОРЦІ

Запропонована математична модель аналізу витрат повітря, за умови його неперервного роздачі вздовж грані повітроводу при подачі повітря у протилежні торці.

Assist. V.B. Fast – NU "Lvivs'ka Politekhnik"

Model of air duct with constant cross-section for dryers with air provision into opposite end faces

A mathematical model for air expenditures in the air duct is proposed. A case for continuous air distribution along the air duct side under air provision into opposite end faces is discussed.

У процесі проектування технологічного обладнання для сушіння різних матеріалів, в тому числі й дерева, виникає проблема аналізу витрат повітря вздовж рівномірно перфорованої грані повітророзподільних пристроїв. Дана задача знайшла своє рішення для повітроводів, у яких один торець заглушений, а у відкритий торець подається повітря. Проте часто трапляються випадки, коли ефективніше здійснювати подачу теплоносія у протилежні торці короба. Тоді він працюватиме у режимі підвищеного статичного тиску, а значить вектор швидкості повітря, що витікає з отворів, буде перпендикулярним до його грані, що забезпечить рівномірність процесу сушіння по всій довжині повітроводу. Нині, за наявності математичного апарату аналізу неперервних та дискретних витрат повітря у коробах постійного перерізу з одним заглушеним торцем [1], відсутні моделі, які б давали змогу розраховувати витрати повітря вздовж грані при зустрічній подачі повітря. Аналіз вказаних повітроводів здійснюється на основі фізичного моделювання через складність математичного опису руху зустрічних потоків повітря у коробі.

Метою даної роботи є моделювання витрат повітря через поздовжню щілину постійної ширини, яка еквівалентна сумарній площі перфораційних отворів на одиницю довжини, виконану вздовж грані прямокутного короба за умови подачі повітря у протилежні торці.

Отже, у повітроводі з постійним перерізом прямокутної форми, площею F , довжиною l влаштована щілина з постійною шириною δ для роздачі повітря. У повітровід з протилежних торців подається повітря кількістю L_{1n} та L_{2n} (рис. 1). Необхідно визначити витрати повітря вздовж щілини повітроводу.

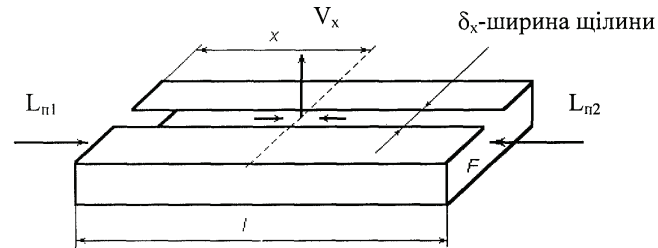


Рис. 1. Ланка повітроводу із зустрічною подачею повітря

Можна стверджувати, що при русі повітря в коробі повітроводу назустріч, на відстані x від торця повітроводу утвориться зона нульової швидкості, яка розділить протилежні напрямки руху повітря. Роздільна зона створюється у перетині, де швидкості ω_{1x} та ω_{2x} будуть однакові за значенням та протилежні за напрямком. Означена зона може розглядатись як заглушений торець (адже $\omega=0$). Тоді при аналізі витрат повітря через щілину можна розглядати два повітроводи довжиною x та $(l-x)$ із заглушеними торцями.

Для знаходження відстані x прирівняємо вирази швидкостей повітря у повітроводі ω_{1x} та ω_{2x} [1], враховуючи, що втрати на тертя відсутні ($\lambda=0$)

$$L_{1n} \frac{\sin \delta' x}{\sin l \delta'} = L_{2n} \frac{\sin \delta' (l-x)}{\sin l \delta'},$$

де $\delta' = \mu \delta / F$, μ – коефіцієнт витрат.

Розв'яжемо рівняння відносно x :

$$\sin(\delta' x)(L_{1n} + L_{2n} \cos \delta' l) = L_{2n} \sin \delta' l \cos \delta' l,$$

$$\operatorname{tg} \delta' x = \frac{L_{2n} \sin \delta' l}{L_{1n} + L_{2n} \cos \delta' l}.$$

Кінцевий вираз, який дозволяє визначити відстань x від торця повітроводу до зони нульової швидкості, має вигляд:

$$x = \frac{1}{\delta'} \arctg \frac{2L_{2n} \operatorname{tg} \frac{\delta' l}{2}}{L_{1n} + L_{2n} + \left[\operatorname{tg}^2 \left(\frac{\delta' l}{2} \right) (L_{1n} - L_{2n}) \right]}.$$

Подальший аналіз витрат повітря може здійснюватись окремо для повітроводів довжиною x та $(l-x)$ із заглушеними торцями за методикою, викладеною в [1]. Тоді швидкість витікання повітря V_x , з поздовжньої щілини шириною δ у перерізі, що розташований на відстані x від відкритого торця по координатній лінійці кожного повітророзподільника, можна знайти з виразу:

$$V_x = \omega_n \mu \frac{\cos \delta' x}{\sin(\delta' l)},$$

де ω_n – швидкість повітря на початку повітроводу ($\omega_n = L_n / F$).

Швидкість витікання повітря V_x можна визначити із заданим кроком Δ . Тоді, прийнявши $V_x = \text{const}$ на довжині Δ , знаходять витрати повітря за залежністю: $L_x = \delta \Delta V_x$.

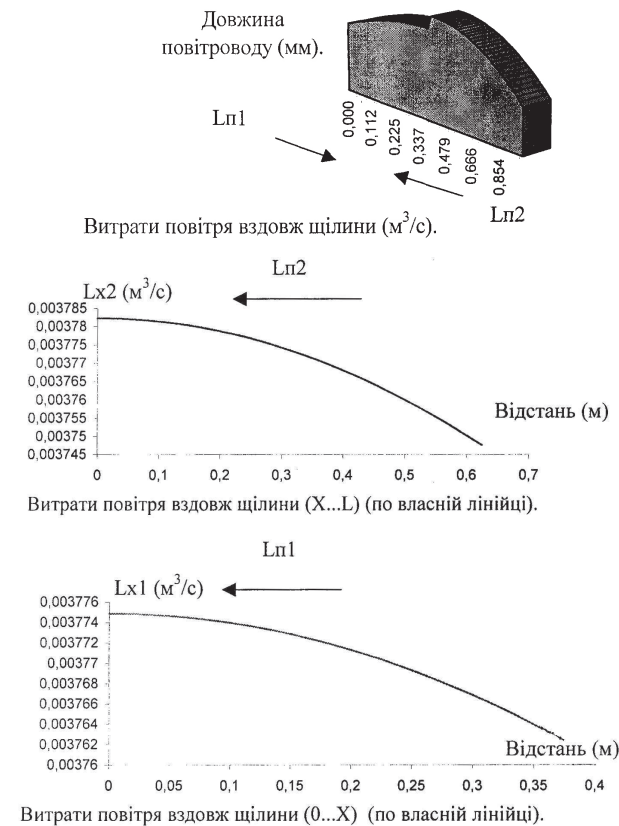


Рис. 2. Результати розрахунку роздавальних ланок повітророзподільних пристроїв малої довжини при проектуванні спеціального технологічного обладнання

Розроблені моделі були апробовані при розрахунку роздавальних ланок повітророзподільних пристроїв малої довжини при проектуванні спеціального технологічного обладнання. Результати одного з розрахунків наведені нижче (рис. 2). Порівняльний аналіз отриманих результатів з експериментальними даними дає підстави для висновку про можливість застосування розробленої моделі аналізу для інженерних розрахунків роздавальних ланок повітроводів.

Література

1. Исследование воздухораспределителей с продольной щелью для систем струйного воздушного охлаждения электронных модулей в БНК РЭС/ Спокойный Ю.Е., Трофимов В.С., Сконечный В.В., Гайдаров Б.М./ Вопросы радиоэлектроники., сер ТРТО, 1991 № 1. – С. 9-14.

УДК 684.4.059.4:667.645

Проф. П.В. Білей, д-р техн. наук;
доц. Л.А. Яремчук, канд. техн. наук – УкрДЛТУ

СУЧАСНІ СПОСОБИ РАДІАЦІЙНОГО СУШІННЯ ЛАКОФАРБОВИХ МАТЕРІАЛІВ

Викладено сучасний підхід до радіаційного твердіння покриттів на деревинних підкладах. Розглянуто переваги й недоліки різних джерел енергії.

Prof. P.V. Bilej, doc. L.A. Yaremtchuk – USUFWT

Modern ways of radiation curing of varnish and paint materials

A modern approach to radiation curing of coatings on wood substrate is considered. Advantages and disadvantages of different energy sources are highlighted.

Для отримання високоякісних покриттів на деревині необхідно використовувати спеціальні механізми хімічних реакцій, які залежать від джерел енергії. Реакції утворення міжмолекулярних структур відбуваються між високомолекулярними полімерними ланцюгами, які містять реактивні функціональні групи, або між полімерними ланцюгами й олігомерами, що використовуються для поперечного зшивання. Для розуміння того, як змінюються різні джерела енергії та працюють різні методи твердіння [1], слід зазначити, що енергії порядку декількох електрон-вольт є достатніми, щоб розірвати хімічні зв'язки або перевести молекулу в електронно-збуджений стан. Тому електронні пучки, ультрафіолетові (УФ), інфрачервоні (ІЧ), мікрохвильові або радіочастотні джерела радіації можуть генерувати реакційноздатні хімічні радикали, подібні до тих, які утворюються при нагріванні покриття в нагрівних пристроях.

Порівняно зі звичайними нагрівниками, які використовуються, щоб випаровувати воду чи розчинники та нагрівати покриття, променева енергія взаємодіє найпростіше із спеціально підібраними компонентами, які, переважно, є 100 % твердими матеріалами і не містять летких компонентів. Ця

пряма дія ініціює хімічну реакцію в долі секунди. Виробничі площі, необхідні для розміщення обладнання для радіаційного твердіння, є значно меншими, ніж площі, необхідні для конвекційного обладнання.

Для УФ-твердіння покриттів широко використовуються лампи високого тиску. Джерела УФ-енергії, звичайно, встановлюються безпосередньо над конвеєром і можуть мати розмір від декількох сантиметрів до двох метрів. Енергетичний вихід може також змінюватись, але типовим є значення 8 Вт/мм. Ртутні лампи з активним середовищем, легованим галоїдними сполуками, стають більш придатними для твердіння пігментованих покриттів завдяки збільшеній емісії у видимій області спектра. Як альтернативні джерела енергії з'являються безелектродні лампи з потужністю до 24 Вт/мм, оскільки мають знижену ІЧ-складову і більшу довговічність [2].

Обладнання для твердіння під УФ-променями постійно вдосконалюється [3]. Модернізація ртутних ламп високого тиску потужністю 80–120 Вт/см дозволила, наприклад, проводити твердіння в атмосфері інертного газу. Ця технологія забезпечує більш швидке твердіння й зменшення виділення озону, оскільки вимагає значно меншої кількості фотоініціаторів.

Основна відмінність між електронним і УФ-твердінням полягає у тому, що перше не вимагає жодних фотоініціаторів. Щоб ініціювати хімічну реакцію, енергія швидких електронів повинна бути передана молекулам опромінюваного матеріалу. Електрони, які емітуються у вигляді одномірного пучка чи знедавна двомірного пучка, можуть викликати реакцію полімеризації на більших глибинах, ніж УФ-промені. Електронний пучок використовується для твердіння товстошарових покриттів, а також покриттів із вищим ступенем пігментації поряд із використанням меншої кількості енергії [4]. Проте, однією з найбільших перешкод на шляху широкого впровадження електронного твердіння, є висока вартість обладнання.

Лакування дверних полотен, багатошарових пігментованих покриттів на ДСП, декоративних паперових плівок проходить на високих швидкостях, обмежених лише можливостями транспортного обладнання (до 50 м/хв.). Одне з недавніх досягнень це твердіння атмосферостійких покриттів на дерев'яних панелях.

Для сушіння тонких покриттів почали використовувати обладнання, яке продукує низькоенергетичні електронні пучки на 150 кеВ. Ці установки є найдешевшими з доступних на даний час засобів для формування покриттів під електронними пучками.

Для сушіння широкого спектра полімерних покриттів використовується ІЧ-випромінювання. Довгохвильове ІЧ-випромінювання повністю поглинається повітрям, його важко сфокусувати. Воно також слабо проникає в покриття і спричиняє лише його поверхнєве затвердіння. Короткохвильове ІЧ-випромінювання слабо розсіюється повітрям і може глибоко проникати у підкладку. Узгодження вихідного спектра лампи та областей поглинання покриття іноді підвищує ефективність твердіння.