

3. ТЕХНОЛОГІЯ ТА УСТАТКУВАННЯ ЛІСОВИРОБНИЧОГО КОМПЛЕКСУ

УДК 674.047

*Проф. П.В. Білей, д-р техн. наук; асист. З.П. Копинець –
НЛТУ України, м. Львів; доц. В.Й. Лабай, канд. техн. наук –
НУ "Львівська політехніка"*

ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ РАЦІОНАЛЬНИХ РЕЖИМІВ СУШІННЯ ТОНКИХ ПИЛОМАТЕРІАЛІВ

Описано принципи побудови режимів сушіння пиломатеріалів. Для побудови раціональних режимів сушіння тонких пиломатеріалів запропоновано математичну модель, яка враховує вплив параметрів агента оброблення на тривалість процесу, внутрішні напруження та якісні показники.

Використання тонких заготовок з деревини твердих листяних порід для виготовлення лицьового шару паркетних дощок, паркетних щитів тощо ставить завдання застосовувати такі режими сушіння, які б забезпечили належну якість заготовок.

Режим сушіння є визначальним чинником для отримання високоякісних пиломатеріалів. Під час розроблення режимів сушіння потрібно враховувати особливості процесу сушіння тонких пиломатеріалів ($S_1 = 6 \dots 10$ мм) [1], якість матеріалу, яку потрібно отримати (збереження цілісності і природного кольору деревини, фізико-механічних властивостей тощо). Не останнє місце має і тривалість процесу сушіння. Раціональний режим сушіння повинен забезпечити збереження якості матеріалу за мінімальної тривалості процесу і найменших витрат електричної та теплової енергій.

Режими сушіння деревини можна будувати за такими принципами:

- 1) побудова режимів базується на зміні параметрів середовища (t_c , ϕ) за постадійної зміни вологості (W) деревини. За таким принципом побудовані режими: 8-ступеневі (І.В. Кречетов [2]), 6-ступеневі (П.В. Соколов [3]), триступеневі і двоступеневі (П.С. Серговський [4]), багатоступеневі (вітчизняних (Горлуш ко) та зарубіжних (Hildebrand, Vanicek, Valmet) фірм) [5], різноступеневі (І.В. Кречетов, П.В. Білей [6]) та безступеневі (ЛатНДІЛГП [7] й деяких виробників сушильного обладнання (AMS elektronik));
- 2) зміна параметрів середовища (t_c , ϕ) відбувається за тривалістю (часом) сушіння [3]. Цей принцип можна використовувати, коли експериментально доведено, що за визначений час деревина заданої характеристики набуває певної вологості, для значень якої необхідно змінювати параметри середовища (цей принцип не набув поширення через застосування сушильних камер з різними аеродинамічними характеристиками, що призводить до відхилень тривалості сушіння однакових матеріалів) [8];
- 3) зміну параметрів середовища призначають за величиною внутрішніх напружень, що виникають у деревині в процесі сушіння. Але для використання цього принципу необхідно створити технічні засоби для оціню-

вання деформівно-напруженого стану деревини і зміни її фізико-механічних показників у процесі сушіння, що на сучасному етапі розвитку науки і техніки дуже складно виконати [8].

Сучасні режими сушіння пиломатеріалів регламентують параметри агента оброблення перед входом у штабель і скоординовані за вологістю деревини. Процес сушіння ведуть за температурою агента сушіння (вологого повітря) t_c , і одного з трьох показників, залежно від структури системи автоматизованого (автоматичного) регулювання: рівноважної вологості W_p , психрометричної різниці Δt або відносної вологості повітря ϕ . На сьогодні сушильні камери проектують з реверсивною циркуляцією, які забезпечують швидкість руху агента сушіння через штабель не менше 2 м/с. На перебіг процесу сушіння всі ці чинники мають безпосередній вплив, оскільки впливають на швидкість сушіння, рівень критичної вологості матеріалу тощо.

На процес сушіння значний вплив деревини має її анатомічна будова. Анатомічні ознаки можуть впливати як позитивно, так і негативно на процес сушіння. Використовуючи поданий у літературі [6] розподіл анатомічних ознак будови деревини і характер їхнього впливу на процес сушіння, складемо таблицю ознак деревини дуба (табл.).

Табл. Вплив анатомічної будови деревини дуба на процес сушіння

№ з/п	Анатомічні ознаки будови деревини дуба, що мають вплив на процес сушіння (позитивні / негативні)	Наявність (+), відсутність (-) анатомічних ознак	
		позитивна	негативна
1.	Рівномірне розміщення судин / нерівномірне розміщення судин	-	+
2.	Прості перфорації сходи / часті перфорації сходи	+	-
3.	20...30 судин на 1 мм ² / менше 20 або більше 40 судин на 1 мм ²	-	+
4.	Відсутність тілл і речовин у судинах / наявність тілл і речовин у судинах	-	+
5.	Волокна без септ / волокна із септами	-	+
6.	Тонкостінні волокна / товстостінні волокна	-	+
7.	Відсутність міжклітинних ходів / наявність міжклітинних ходів	-	+
8.	Рівномірне розміщення паренхіми / нерівномірне розміщення паренхіми	-	+
9.	Велика частка паренхіми / мала частка паренхіми	+	-
10.	Вузькі смуги паренхіми / широкі смуги паренхіми	+	+

З табл. бачимо, що у будові деревини дуба переважають анатомічні ознаки, які негативно впливають на процес сушіння, тому її відносять до важковисихаючих порід. Так, наприклад, нерівномірне розміщення судин у деревині дуба, а також великі згрупування дрібних судин у пізній деревині можуть бути причиною появи тріщин. Наявність широких і високих серцевинних променів також може призвести до розтріскування деревини, оскільки тонкостінні паренхімні клітини віддають швидше вологу, ніж прозенхімні, а відповідно швидше зменшують свої розміри. У судинах, в яких утворилися тілли, утруднюється переміщення вологи.

Причиною появи внутрішніх напружень у деревині під час сушіння є її анізотропія і нерівномірність розподілу вологості за перетином матеріалу. Вологість на поверхні матеріалу у процесі сушіння дуже швидко досягає вологості нижчої, як границя насичення клітинних стінок, що призводить до всихання поверхневих шарів сортименту, а внутрішні шари ще певний час мають вологість вищу, як границя насичення клітинних стінок, всихання у них не відбувається.

З аналізу різних режимів сушіння твердолистяних порід деревини видно, що на першому етапі сушіння, коли на поверхні матеріалу діють розтягувальні напруження, необхідно підтримувати високий ступінь насичення агента сушіння, щоб не допускати занадто швидкого випаровування води з поверхні матеріалу, тобто швидкого висушування поверхневих шарів, і як наслідок різкого їхнього всихання. На другому етапі сушіння, коли настає зміна знаку напружень, жорсткість режиму сушіння можна збільшувати.

Під час сушіння деревини кількість води, яка видаляється, змінюється за об'ємом і у часі. Процес видалення води прямує до рівноважної вологості. Математичну модель для побудови раціональних режимів сушіння тонких пиломатеріалів ($S_1 = 6 \dots 10$ мм) з деревини дуба можна подати у такому вигляді:

$$\tau_c = f(S_1, W_n, W_k, t_c, \varphi, v) \rightarrow \min, \quad (1)$$

$$[\sigma] \leq [\sigma_{\max}], \quad (2)$$

$$Y = \text{НПЯС} + \text{СВД}, \quad (3)$$

де: τ_c – тривалість сушіння, год; S_1 – товщина пиломатеріалів, мм; W_n – початкова вологість пиломатеріалів, %; W_k – кінцева вологість пиломатеріалів, %; t_c – температура агента сушіння, °C; φ – відносна вологість агента сушіння; v – швидкість циркуляції агента оброблення, м/с; $[\sigma]$ – границя міцності деревини, кг/см²; $[\sigma_{\max}]$ – максимальні напруження, які виникають у процесі сушіння пиломатеріалів, кг/см²; Y – якісні показники пиломатеріалів; НПЯС – нормативні показники якості сушіння (середня кінцева вологість пиломатеріалів або заготовок у штабелі, $\bar{W}_k$, %; відхилення вологості окремих пиломатеріалів або заготовок від середнього значення у штабелі, $[\Delta W]$; значення перепаду вологості за товщиною матеріалу $[\Delta W_s]$, %; умовний показник залишкових напружень (відносна деформація зубців силової секції) – f_σ , %); СВД – споживчі властивості деревини (збереження природного кольору деревини, недопускання розвитку грибних забарвлень деревини, тріщин тощо).

Величини, які входять у рівняння (1) ... (2), описують цифровими значеннями. У рівнянні (3) перший доданок описують цифровими значеннями, а другий – без чіткого цифрового описання. Споживчі властивості деревини потрібно оцінювати візуально, після кожного спостереження у досліді.

Виходячи з характеру розвитку внутрішніх напружень в процесі сушіння деревини, для тонких пиломатеріалів доцільно прийняти двоступеневі режими. З результатів [6] попередніх досліджень видно, що знак внутрішніх нап-

ружень змінюється за вологості деревини дуба близько 25 %. Тому раціональними для тонких пиломатеріалів з деревини дуба будуть двоступеневі режими: перший ступінь $W_{п...25\%}$ і другий ступінь $25...W_{к\%}$.

Отже, для побудови раціональних режимів сушіння тонких пиломатеріалів ($S_1 = 6...10$ мм) потрібно знати основні рушійні сили перенесення вологи в них і на їхній основі встановити оптимальні параметри агента сушіння, що враховують внутрішні напруження.

Література

1. **Гербе́й В.М.** Особливості сушіння пиломатеріалів знижених товщин / В.М. Гербе́й, З.П. Копинець // Науковий вісник УкрДЛТУ : зб. наук.-техн. праць. – Сер.: Розробка сучасних технологій деревообробки. – Львів : Вид-во УкрДЛТУ. – 2001. – Вип. 11.2. – С. 75-77.
2. **Кречетов И.В.** Сушка древесины / И.В. Кречетов. – М.-Л. : Гослесбумиздат, 1949. – 528 с.
3. **Соколов П.В.** Сушка древесины / П.В. Соколов. – М. : Изд-во "Лесн. пром-сть", 1968. – 364 с.
4. **Серговский П.С.** Гидротермическая обработка и консервирование древесины / П.С. Серговский, А.И. Расев. – М. : Изд-во "Лесн. пром-сть", 1987. – 360 с.
5. **Губер Ю.** Рекомендації з технології сушіння пиломатеріалів у конвективних сушарках / Ю. Губер. – Львів : Вид-во УкрДЛТУ, 2003. – 28 с.
6. **Билей П.В.** Сушка древесины твердых лиственных пород / П.В. Билей. – Изд. 2-ое. – М. : Изд-во "Экология", 2002. – 224 с.
7. **Кравалис Ю.П.** Сушильные камеры и режимы сушки пиломатериалов / Ю.П. Кравалис, И.К. Погастс. – Рига : Изд-во ЛатНИИНТИ, 1978. – 41 с.
8. **Білей П.** Теоретичні основи теплової обробки і сушіння деревини : монографія / П. Білей. – Коломия : Вид-во "Вік", 2005. – 364 с.

Билей П.В., Копинец З.П., Лабай В.И. Принципы построения рациональных режимов сушки тонких пиломатериалов

Описаны принципы построения режимов сушки пиломатериалов. Для построения рациональных режимов сушки тонких пиломатериалов предложена математическая модель, которая учитывает влияние параметров агента обрабатывания на длительность процесса, внутренние напряжения и качественные показатели.

Biley P.V., Kopynets Z.P., Labaj V.Yo. Principles of the rational modes of thin lumber drying

Principles of construction lumber drying regimes. To build sustainable modes of thin lumber drying the mathematical model that considers the influence of parameters the drying agent on the duration of the agent process, internal pressure and quality.

УДК 674.023.03

Ст. викл. М.М. Копанський – НЛТУ України, м. Львів

ВПЛИВ ОСНОВНИХ ФАКТОРІВ ПРОЦЕСУ РІЗАННЯ ДЕРЕВНОВОЛОКНИСТИХ ПЛИТ ДИСКОВИМИ НОЖАМИ НА СИЛОВІ ТА ДЕФОРМІВНІ ПОКАЗНИКИ

Наведено експериментальні залежності якісних показників процесу різання деревноволокнистих плит дисковими ножами від основних режимних параметрів. Запропоновано найбільш раціональні значення цих параметрів, отримані внаслідок аналізу залежностей, за яких цей процес відбувається найефективніше.

Деревноволокнисті плити набули найширшого використання з-поміж усіх деревних листових матеріалів у деревообробній і меблевій промисловості.