

що у свою чергу сприяє збільшенню загального ресурсу роботи абразивних циліндрів (рис. 3).

Збільшення величини швидкості різання у процесі калібрування ДСП призводить до збільшення динамічної міцності абразивних циліндрів. У результаті довжина шліфування до моменту повного спрацювання зменшується (рис. 4). Зміна величини швидкості подачі практично не впливає на ресурс роботи шліфувальних інструментів (рис. 4).

Шліфування абразивним циліндром максимальної зернистості та мінімальної твердості полегшує умови роботи у зоні контакту оброблюваної поверхні та інструмента, що спричиняє збільшення його працездатності (рис. 5).

У результаті проведеної оптимізації знайдені наступні величини параметрів процесу калібрування ДСП, при яких довжина шліфування до повного спрацювання абразивних циліндрів є максимальною ($L = 2009740$ п.м):

- товщина деревостружкових плит після пресування і технологічної витримки $H = 16,7$ мм;
- середнє квадратичне відхилення товщини плити $S(H) = 0,1$ мм;
- налагоджувальна товщина калібрування $H_1 = 16,7$ мм;
- твердість абразивних циліндрів $H_{цл} = 240$ МПа;
- коефіцієнт зернистості абразивних циліндрів $K_{z1} = 0,5$;
- швидкість різання $V = 18$ м/с;
- швидкість подачі $V_s = 13$ м/хв.

УДК 647.047

Доц. І.М. Озарків, канд. техн. наук – УкрДЛТУ

ДОСЛІДЖЕННЯ СЕРЕДНЬОГО КОЕФІЦІЄНТА ВОЛОГООБМІНУ У ПРОЦЕСІ СУШІННЯ ДЕРЕВИНИ

Наведено результати досліджень коефіцієнта вологообміну різних деревинних сортиментів.

Doc. I.M. Ozarkiv – USUFWT

Investigation of the mean coefficient of moisture interchange in wood drying

Some results of moisture interchange coefficient for different wooden ranges of products have been presented.

Вступ

Коефіцієнт вологообміну належить до основних масообмінних характеристик, що відіграють важливу роль у процесі сушіння деревини.

Широким дослідженням коефіцієнта вологообміну α'_u при різних способах підведення теплоти до деревини, як об'єкта сушіння, займалося дуже багато вчених [1-7 та ін.]. При цьому більшість з них у результаті аналізу отриманих результатів досліджень приходять до протилежних за змістом висновків. Зокрема, А.К. Глухов [2] констатує, що α'_u не залежить від породи. Г.С. Шубін [6], навпаки, відзначає, що на величину коефіцієнта вологообміну

мають вплив порода деревини і розмір матеріалу в напрямку руху сушильного агента. М.М. Федоров [4] наголошує на зростанні коефіцієнта вологообміну по мірі зменшення вологості, а П.С. Серговський [3] констатує таке: по мірі зменшення вологовмісту на поверхні $U_{\text{пов}}$ при малих значеннях температури сушильного агента t_c величина α'_u також зменшується, а при великих температурах спочатку збільшується і, досягнувши максимуму при $U_{\text{нов}}/U_{n.z} = 0,60 \dots 0,70$, зменшується. Г.С. Шубін [6] відзначає деякий вплив довжини матеріалу в напрямку руху агента сушіння. Такий суперечливий характер спонукає нас більш глибоко розглянути вплив різних факторів на коефіцієнт вологообміну і дати узагальнення залежності коефіцієнта вологообміну у процесі сушіння деревини.

Теоретичні дослідження

Молярно-молекулярне тепло- і вологоперенесення встановлює зв'язок між тепловими та просторовими змінами відповідних потенціалів і описується такими рівняннями

$$q'_m = -a'_m \rho_0 \Delta U - a'_m \rho_0 \delta_t \Delta T - \delta_p \Delta P, \quad (1)$$

$$-\lambda(\Delta T)_{\text{нов}} + [q(\tau)]_{\text{нов}} - [(1-\varepsilon)r q'_m(\tau)]_{\text{нов}} = 0, \quad (2)$$

$$\lambda_m(\Delta \Theta)_{\text{нов}} + \lambda_m \delta_t(\Delta T)_{\text{нов}} + \lambda_m \delta_p(\Delta P)_{\text{нов}} + q'_m(\tau) = 0, \quad (3)$$

$$P_{\text{п}} = P = \text{const}, \quad (4)$$

де: a'_m – коефіцієнт вологопровідності деревини; ρ_0 – густина матеріалу в абсолютно сухому стані; δ_t – термоградієнтний коефіцієнт; δ_p – коефіцієнт молярного перенесення; $q(\tau)_{\text{нов}}$ – кількість підведеного тепла поверхні тіла у даний момент часу; $q'_m(\tau)$ – густина потоку випаровуваної вологи з поверхні тіла у даний момент часу; $\Delta \Theta$ – градієнт потенціалу перенесення маси.

Перший член граничних (крайових) умов у рівнянні (2) виражає кількість теплоти, що підводиться від поверхні у середину тіла за рахунок теплопровідності; третій член – враховує витрати тепла на випаровування вологи з поверхні ($\varepsilon=1$ – коли випаровування рідини проходить всередині матеріалу, $\varepsilon=0$ – коли випаровування вологи здійснюється на поверхні тіла). Третій член рівняння (2) дорівнює нулю, коли $\varepsilon=0$, і є максимальний, коли вся волога в рідкому стані рухається до поверхні тіла. Щодо першого члену граничних умов для перенесення вологи в рівнянні (3), то він визначає потік вологи, який підводиться до поверхні за рахунок дії градієнтів перенесення вологи ($\Delta \Theta$), другий член – градієнта температури (ΔT), а третій – градієнта тиску (ΔP).

У випадку конвективного сушіння деревини можна записати, що величина потоку тепла на поверхні тіла дорівнює:

$$[q(\tau)]_{\text{нов}} = \alpha(T_c - T_{n.m}), \quad (5)$$

а для інтенсивності випаровування вираз має вигляд:

$$[q'_m(\tau)]_{\text{нов}} = \alpha'_p(P_{\text{нов}} - P_c) = \alpha'_u(U_{\text{нов}} - U_p), \quad (6)$$

де α'_p, α'_u – коефіцієнти волого обміну, віднесених до різниці парціальних тисків на поверхні $P_{нов}$ та середовищі P_c та різниці волого вмістів на поверхні $U_{нов}$ та середовищі U_p відповідно.

У періоді постійної швидкості сушіння (характерний для сушіння тонких сирих матеріалів) коефіцієнт вологообміну α'_u може бути визначений на базі рівняння (6) з врахуванням того, що в цьому випадку $U_{нов} = U_{c.n.}$. При цьому інтенсивність волого обміну q'_m може бути виражена однозначно через теплообмін, тобто:

$$\alpha'_U = \frac{\alpha(t_c - t_n)}{r\rho_B(U_{нов} - U_p)}. \quad (7)$$

Нагадаємо, що середній по поперечному перерізу волого вміст матеріалу до кінця періоду википання вільної води визначається характером її розподілення і величиною $U_{нов}$, який на той момент практично дорівнює U_p . Тоді для параболічного розподілення середній розрахунковий (перехідний) волого вміст $U_{розр}$ буде дорівнювати:

$$U_{розр} = \frac{2U_{c.n.} + U_p}{3}, \quad (8)$$

а для лінійного розподілення

$$U_{розр} = \frac{U_{c.n.} + U_p}{2}. \quad (9)$$

Основними факторами, які істотно впливають на величину середнього коефіцієнта α_U , є початковий вологовміст, параметри агента сушіння (t_c , t_m , $V_{ц}$, λ_C , ν_C), визначальний розмір матеріалу в напрямку руху потоку агента сушіння і додатковий потік поглинутого деревиною тепла. Для періоду постійної швидкості сушіння його величина обчислюється таким чином:

$$\alpha_U = \frac{q'_m}{\rho_B(U_{п.к} - U_p)} = \frac{\alpha_{к.п}(t_c - t_{п.м})}{r\rho_B(U_{п.к} - U_p)} = \frac{NR}{(U_{п.к} - U_p)}, \quad (10)$$

де: $\alpha_{к.п}$ – коефіцієнт теплообміну у першому періоді сушіння; $U_{п.к}$ – вологовміст поверхні матеріалу у критичній точці.

Величину коефіцієнта теплообміну можна знайти з критеріального рівняння

$$Nu = 0,0641 Re^{0,80} (T_C/T_M)^2 Pr^{0,33}, \quad (11)$$

де значення критерію Прандтля для вологого повітря приймається 0,72, а перегрітої пари – 1,10.

Для комбінованого сушіння, в нашому випадку конвективно-радіаційного, швидкість сушіння у першому періоді N визначається таким чином:

$$N = \frac{Nu(\lambda_C/l)(t_c - t_{п.м}) + q_{випр}}{r\rho_B R}. \quad (12)$$

Для другого періоду сушіння коефіцієнт вологообміну визначають на основі рівняння тривалості сушіння за виразом:

$$\alpha_U = \left(\frac{\tau_2}{2,31R \lg \frac{U_{KP} - U_P}{U_K - U_P}} - \frac{4R^2}{\pi^2 a_m'} \right)^{-1}, \quad (13)$$

де: τ_2 – тривалість сушіння у другому періоді (приймається за дослідними кривими сушіння); a_m' – потенціал (коефіцієнт) вологопровідності деревини.

Величина критичного вологовмісту розраховується за формулою:

$$U_{KP} = U_{П.КР} + \frac{NR^2}{3a_m'}. \quad (14)$$

Аналіз залежності отриманих значень середнього коефіцієнта вологообміну у період спадання швидкості сушіння показує, що зміна значень α_U аналогічна зміні значення NR для періоду постійної швидкості сушіння. Аналіз залежності $\lg \alpha_U = f(\lg NR)$ показав, що експериментальні точки добре вкладаються на загальну пряму, яку можна описати співвідношенням

$$\alpha_U = 4NR = \frac{NR}{0,25}. \quad (15)$$

Проте необхідно відзначити, що числовий коефіцієнт (0,25) має розмірність вологовмісту і характеризує вологовміст, який відповідає середньому за весь період падаючої швидкості сушіння коефіцієнту вологообміну. Тому його можна назвати розрахунковим вологовмістом $U_{розр} = 0,25$. Таким чином, середній коефіцієнт вологообміну у другому періоді сушіння можна визначити за формулою:

$$\alpha_U = NR/U_{РОЗР}. \quad (16)$$

Порівнявши рівняння (10) і (16), ми бачимо, що їх відмінність полягає тільки у значеннях $U_{РОЗР}$ і $(U_{П.КР} - U_P)$. Але, врахувавши, що для досліджуваних режимів сушіння $U_{РОЗР} > (U_{П.КР} - U_P)$, то значення α_U у другому періоді буде завжди меншим за значення α_U у першому періоді сушіння. Це значить, що у періоді падаючої швидкості сушіння різних деревинних матеріалів для режимів сушіння, які характеризуються наявністю першого періоду сушіння, співвідношення у вигляді

$$\frac{\alpha_U U_{РОЗР}}{NR} = const = Kn. \quad (17)$$

буде постійним (дане співвідношення ми назвали критерієм В.А. Книша).

Практична реалізація

Експериментально встановлено, що критерій Kn для режимів, в яких відсутній перший період, залежить від величини початкового вологовмісту. Аналіз результатів досліджень показав, що зменшення відношення $U_{П}/U_{КР}$ викликає зменшення критерію Kn і описується рівнянням:

$$Kn = \frac{U_{II} + U_{KP}}{2U_{KP}}. \quad (18)$$

Висновки

У результаті експериментальних досліджень процесів сушіння різних деревинних сортиментів ми отримали залежності для розрахунку величини α_U , як одного з основних показників масообмінних процесів. Встановлено, що основними факторами, які істотно впливають на величину α_u , є режимні параметри, кінетичні параметри процесу сушіння, форма і розміри об'єкта сушіння.

Література

1. Гей Н.Н. Влияние скорости движения воздуха на процесс сушки древесины: Дис. канд.техн.наук. – К.: 1951. – 129 с.
2. Пухов А.К. Влияние скорости циркуляции сушильного агента на продолжительность и качество сушки пиломатериалов: Дис... канд.техн.наук. – М.: 1966. – 170 с.
3. Серговский П.С. Исследование влагопроводности и разработка методов расчета процессов сушки и увлажнения древесины: Автореф. дис... докт.техн.наук. – М.: 1953. – 42 с.
4. Федоров Н.М. Динамика сушки дерева. – М.: Всесоюз.технологич.институт, 1937. – 168 с.
5. Kolmann F. Technologie des Holzes und der Holz-Werkstoff – Berlin – Munchen, Springer – Verlag. – 1961.
6. Шубин Г.С. Физические основы и расчет процессов сушки древесины. – М.: Лесн.пром-сть, 1973. – 248 с.
7. Кныш В.А. Исследование процесса конвективной и радиационно-конвективной сушки шпона: Дисс... канд. техн. наук. – Л.: 1969. – 164 с.

УДК 674.21.03

Доц. О.Б. Ференц, канд. техн. наук;
доц. Л.Н. Горбачова, канд. техн. наук – УкрДЛТУ

ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ВІКОННИХ СИСТЕМ ІЗ ДЕРЕВА ТА ПВХ

Вивчались та досліджувались основні вимоги до теплоізоляції віконних систем із дерева та ПВХ.

Doc. O. Ferents, Doc. L. Horbachova – USUFWT

Properties of windows blocks study

There is an interest in economical consumption of raw materials, intrusion of progressive engineering and know-how, improvement of designs of articles and maintenance of the quality requirements during manufacturing and exploitation.

The basic requirements for heat and sound insulation, air penetration of exiting and promising window blocks have been checked and investigated.

Якщо у стінах, в основному, відбувається молекулярне перенесення тепла шляхом теплопровідності, то у вікнах проходить складніший процес теплопередачі (теплопровідністю, конвекцією, випромінюванням).

Згідно з новими міждержавним стандартом ДСТУ БВ.2.6-23-2001 встановлені нормативні значення опору теплопередачі. Тому при виборі вікон, балконних дверей виникає питання, з якого матеріалу виготовити вікно (дерево, пластмаса, метал) і яким способом закласти.