

Література

1. Мартинців М.П. Хвильові процеси в однорідних нелінійно пружних системах і методи їх дослідження / М.П. Мартинців, Б.І. Сокіл, М.Б. Сокіл // Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість : міжвідомч. наук.-техн. зб. – Львів : Вид-во УкрДЛТУ. – 2003. – Вип. 28. – С. 81-89.
2. Харченко Є.В. Вимушені коливання рухомих середовищ і асимптотичний метод у їх дослідженні / Є.В. Харченко, М.Б. Сокіл // Науковий вісник УкрДЛТУ : зб. наук. -техн. праць. – Львів : Вид-во УкрДЛТУ. – 2006. – Вип. 16.1. – С. 134-139.
3. Назар І.І. Метод Ван-дер-Поля у дослідженні періодичних збурень рухомих одновимірних систем / І.І. Назар, Б.І. Сокіл // Оптимізація виробничих процесів і технічний контроль у машинобудуванні та приладобудуванні. – Львів, 2006. – № 560. – С. 71-75.
4. Сокіл Б.І. Динамічні процеси у рухомих одновимірних системах і узагальнення методу Ван-дер-Поля для їх дослідження / Б.І. Сокіл, І.І. Назар // Машинознавство. – 2006. – № 8. – С. 10-14.
5. Гащук П.М. Вплив змушувальної сили на параметричні коливання гнучкого робочого елемента механічного приводу / П.М. Гащук, І.І. Назар // Динаміка і міцність машин. – Львів, 2008. – № 614. – С. 55-65.
6. Гащук П.М. Вплив нелінійного демпфування на резонансні явища гнучкого елемента механічного приводу / П.М. Гащук, І.І. Назар, Б.І. Сокіл // Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні та приладобудуванні : Український міжвідомч. наук.-техн. зб. – Львів, 2009. – № 43. – С. 61-65.
7. Сокіл Б.І. Нелінійно пружні характеристики гнучких елементів систем приводу та їх вплив на частоту власних коливань / Б.І. Сокіл, А.П. Сеник, Х.І. Ліщинські // Збірник наукових праць. – Сер.: Галузеве машинобудування, будівництво. – Полтава : Вид-во Полтавського НТУ ім. Ю. Кондратюка, 2009. – Т. 2, № 3 (25). – С. 206-208.
8. Зельдович Я.Б. Элементы математической физики / Я.Б. Зельдович, А.Д. Мышкис. – М. : Изд-во "Наука", 1973. – 352 с.

Козлинский М.П., Сокил М.Б., Хытриак О.И. Влияние физико-механических характеристик, скорости продольного движения на колебания и напряженно-деформированное состояние гибких приводов

На базе волновой теории разработана методика исследования влияния скорости продольного движения и физико-механических параметров на колебания и напряженно-деформированное состояние гибких элементов систем приводов. Получены соотношения, которые определяют основные характеристики колебаний и динамические напряжения в гибком элементе.

Ключевые слова: нелинейные колебания, амплитуда, деформация, напряжение.

Kozlinskyj M.P., Sokil M.B., Khytriak O.I. The influence of physical and mechanical properties, the constant velocity of longitudinal rate on the oscillation and on the stress-strain state of flexible elements

On the basis of the wave theory it is developed the method of influence the velocity of longitudinal motion and the physical and mechanical parameters on the vibration and on the stress-strain state of elements of the flexible drive. Ratios, which determine the basic characteristics of vibration and dynamic stresses in flexible element are obtained.

Keywords: nonlinear oscillations, amplitude, deformation, stress.

УДК 674.047

*Інж. Є.П. Кунинець – Ено-меблі Ltd;
проф. П.В. Білей, д-р техн. наук – НЛТУ України, м. Львів*

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ МАСООБМІННИХ КРИТЕРІЇВ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ БУКОВИХ ПИЛОМАТЕРІАЛІВ

Розглянуто методику визначення масообмінних критеріїв на основі експериментальних даних, що дало змогу виявити комплексний вплив режимних параметрів на процес сушіння букових пиломатеріалів у будь-який період.

На підставі отриманих експериментальних даних можна знайти числове значення масообмінного (вологодобмінного або дифузійного) критерію Нуссельта

$$Nu' = \frac{\beta}{\alpha'} R. \quad (1)$$

За розрахунковими даними середнє значення масообмінного (дифузійного) критерію Нуссельта дорівнює:

- для букових пиломатеріалів товщиною $S_1=26$ мм, $\overline{Nu}'=5,23$;
- для букових пиломатеріалів товщиною $S_1=38$ мм, $\overline{Nu}'=7,65$;
- для букових пиломатеріалів товщиною $S_1=49$ мм, $\overline{Nu}'=9,86$.

Масообмінний (дифузійний) критерій Нуссельта є безрозмірною величиною. Він означає, що в схожих точках подібних систем критерії Нуссельта також однакові, тобто $\overline{Nu}' = \text{iden}$. Рівність критеріїв $\overline{Nu}'$ виражає подібність перенесення речовини (вологи) на границі фази тверде тіло – агент сушіння цих систем.

Дифузійний (масообмінний) критерій Нуссельта є аналогом теплообмінного критерію Біо ($Bi=\alpha R/\lambda$). У критерії $\overline{Nu}'$ коефіцієнт масовіддачі (воловіддачі – β) є мірою інтенсивності сумісного перенесення речовини-вологи (аналог коефіцієнта тепловіддачі – α), а інтенсивність перенесення вологи в деревині визначається коефіцієнтом вологопровідності – α' (аналога коефіцієнту теплопровідності – λ). Таким чином, коефіцієнт Нуссельта ($\overline{Nu}'$) виражає відношення інтенсивності випаровування вологи з поверхні матеріалу (на границі фази тверде тіло-агент поверхні сушіння) до інтенсивності перенесення вологи в приграничному шарі.

Для розгляду подібності процесів перенесення в ядрі фази використовуємо диференціальне рівняння конвективної дифузії [1]. Для одномірного потоку маси в напрямку, наприклад, осі "x" перпендикулярно поверхні контакту фаз

$$\frac{\partial C}{\partial \tau} + \omega_x \frac{\partial C}{\partial x} = D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2}, \quad (2)$$

де: $\frac{\partial C}{\partial \tau}$ – зміна концентрації в часі, тобто неусталений характер процесу;

$\omega_x \frac{\partial C}{\partial x}$ – розподіл концентрації зумовлений конвективним перенесенням;

$D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2}$ – розподіл концентрації за рахунок молекулярної дифузії.

Замінімо члени рівняння (2) такими величинами:

$$\frac{\partial C}{\partial \tau} \rightarrow \frac{C}{\tau}; \quad \omega_x \frac{\partial C}{\partial x} \rightarrow \omega_x \frac{C}{L}; \quad D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} \rightarrow D \frac{C}{L^2}. \quad (3)$$

Розділивши перший член лівої частини рівняння на його праву частину отримаємо безрозмірний комплекс величини

$$\frac{L^2}{\tau D} = Fo', \quad (4)$$

який має назву масообмінного критерію Фур'є.

Для того, щоб уникнути труднощів, пов'язаних з застосуванням в розрахунках великих числових значень критерію Фур'є, цей критерій виражають комплексом величин обернених отриманому результату, тобто

$$Fo' = \frac{\alpha/\tau}{R^2}. \quad (5)$$

За розрахунковими даними, середнє значення масообмінного критерію Фур'є дорівнює

- для букових пиломатеріалів товщиною $S_1=26$ мм, $\overline{Fo'}=4,18$;
- для букових пиломатеріалів товщиною $S_1=38$ мм, $\overline{Fo'}=3,12$;
- для букових пиломатеріалів товщиною $S_1=49$ мм, $\overline{Fo'}=2,33$.

Відношення другої складової частини рівняння (1) до його правої частини є безрозмірним комплексом величин, відомий під назвою дифузійний (масообмінний) критерій Пекле – Pe'

$$Pe' = \frac{\omega R}{\alpha'}, \quad (6)$$

де: ω – швидкість руху (циркуляції) агента сушіння, см/с; R – характерний лінійний розмір, м

Критерій Пекле виражає міру відношення маси речовини (вологи), яка переміщується шляхом конвективного перенесення і молекулярної дифузії у відповідних подібних систем. Якщо прийняти, що середньою швидкістю руху (циркуляції) агента сушіння біля матеріалу є $\omega=3$ м/с, то числове значення критерію Пекле дорівнюватимуть:

- для букових пиломатеріалів товщиною $S_1=26$ мм, $Pe'=1,335 \cdot 10^8$;
- для букових пиломатеріалів товщиною $S_1=38$ мм, $Pe'=1,95 \cdot 10^8$;
- для букових пиломатеріалів товщиною $S_1=49$ мм, $Pe'=2,52 \cdot 10^8$.

Загальна функціональна залежність критерію масообмінного Нуссельта від визначальних критеріїв для нестандартних процесів масовіддачі може бути виражена так:

$$Nu' = f(Fo', Pe', Re, Fr...), \quad (7)$$

де Re – критерій Рейнольдса,

$$Re = \frac{\omega L \rho}{\mu} = \frac{\omega L}{\nu},$$

де: ω – швидкість потоку агента сушіння, м/с; L – характерний лінійний розмір, м; ν – кінематична в'язкість агента сушіння $\nu = \mu / \rho$, м²/с (μ – критерій динамічної в'язкості, кг/(м·с); ρ – густина агента сушіння, кг/м³); Fr – критерій Фруда, $Fr = \overline{\omega^2} / Lg$ (тут g – прискорення земного тяжіння, м/с²).

Якщо вплив сил тяжіння на процес перенесення дуже малий, то критерій Фруда з рівняння (7) може бути виключеним. Тоді

$$Nu' = f(Fo', Pe', Re). \quad (9)$$

З огляду на те, що критерій Пекле має дуже велике значення ($Pe' = 2,15 \cdot 10^8$), його можна вважати $Pe' \rightarrow \infty$; надалі ним можна знехтувати. Таким чином, розрахункова залежність буде мати вигляд

$$Nu' = f(F_0', Re) \quad (10)$$

або

$$\frac{\beta}{\alpha'} R = A \left(\frac{\alpha' \tau}{R^2} \right)^n \left(\frac{\omega L}{\nu} \right)^m. \quad (11)$$

У цьому рівнянні параметрами агента оброблення є швидкість циркуляції потоку – ω та коефіцієнта кінематичної в'язкості – ν , який залежить від температури (t_c) відносної вологості агента оброблення (ϕ) і визначається за формулою

$$\nu = [0,113T_c - (18,24 + 7\phi)] \cdot 10^{-6}, \text{ м}^2/\text{с}. \quad (12)$$

Критеріальне рівняння (11) можна спрощено записати так

$$Nu' = A(F_0')^n Re^m. \quad (13)$$

Щоб розв'язати критеріальне рівняння (13), його необхідно прологарифмувати

$$\ln Nu' = \ln A + n \ln F_0' + m \ln Re. \quad (14)$$

Для зручності в розрахунку проведено заміну $\ln Nu' = y$; $\ln F_0' = x$; $\ln Re = x_2$. Щоб знайти коефіцієнти рівняння A , n , m , необхідно скласти систему з трьох рівнянь

$$\begin{cases} y_1 = \ln A + nx_{11} + mx_{21} \\ y_2 = \ln A + nx_{21} + mx_{22} \\ y_3 = \ln A + nx_{12} + mx_{23} \end{cases} \quad (15)$$

За результатами експериментальних досліджень система рівнянь (15) буде мати такий вигляд:

$$\begin{cases} \ln A + 0,46n + 8,87m = 2,31 \\ \ln A + 0,18n + 8,69m = 2,09 \\ \ln A + 0,59n + 8,60m = 1,91 \end{cases} \quad (16)$$

Розв'язавши це рівняння (16) за допомогою математичної алгебри, отримаємо значення коефіцієнтів $A=5,61 \cdot 10^6$; $n=-0,774$; $m=-1,532$.

Отже, рівняння (13) набуде розрахункового вигляду

$$Nu' = 5,61 \cdot 10^6 (F_0')^{-0,774} Re^{-1,532}. \quad (17)$$

Отримана формула дає змогу узагальнити закономірність впливу параметрів середовища (температури – t_c і відносної вологості – ϕ середовища та швидкості його циркуляції по штабелю) на процес сушіння букових пиломатеріалів в будь-який період процесу (тривалістю τ), для будь-якої товщини (S_1) пиломатеріалів. Для зручності інженерного розрахунку за рівнянням (17) розроблено номограму (рис.).

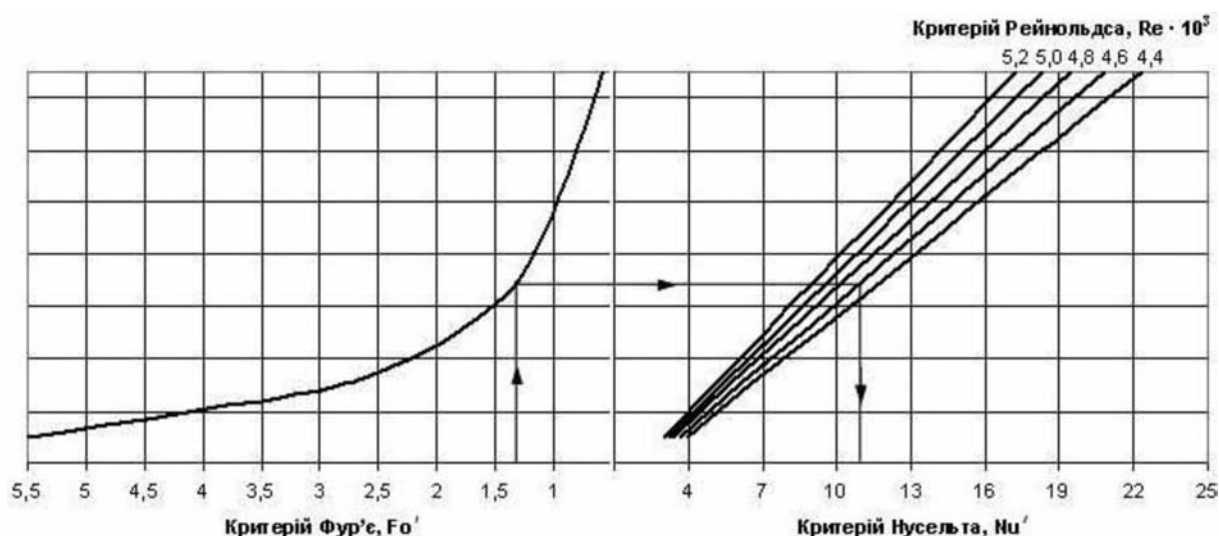


Рис. Номограма для визначення масообмінного критерію Нуссельта

Аналіз виробничих даних показує, що найбільший відсоток дефектів сушіння припадає на тріщини: торцеві, зовнішні і внутрішні. Оскільки основними причинами утворення тріщин є нерівномірність всихання деревини в різних напрямках відносно волокон та перепад вологості по товщині, то критерієм тріщиноутворення в процесі сушіння повинен бути такий параметр, який би до певної міри характеризував процес тріщиноутворення. За такий параметр можна прийняти масообмінний критерій Кірпічова, який визначають за формулою

$$K'_{im} = \frac{1}{\alpha' W_{max}} \frac{dW}{d\tau} R^2, \quad (18)$$

де: $\frac{dW}{d\tau}$ – швидкість (інтенсивність) сушіння, %/с; R – половина товщини сортименту, м; α' – вологопровідність деревини, м²/с; W_{max} – максимальна вологість деревини, %. Середнє значення критерію Кірпічова для досліджуваних камер під час сушіння букових пиломатеріалів товщиною $S_1=38$ мм становить $\bar{K}'_{im}=0,639$.

Висновки. Як видно, масообмінний критерій Кірпічова не перевищує одиниці, це означає, що на всіх ступенях режимів сушіння букових пиломатеріалів товщиною $S_1=38$ мм у всіх сушильних камерах типу Абсолют та Vani-сек параметри середовища забезпечують критерій безпечності режиму сушіння, коли напруження, які виникають в деревині в процесі сушіння, не перевищують границі міцності деревини на розрив. Тому такий дефект сушіння не повинен появлятися.

Література

1. Білей П.В. Теоретичні основи теплової обробки і сушіння деревини / П.В. Білей. – Коломия : Вид-во "Вік", 2005. – 364 с.

Кунинец Е.П., Белей П.В. Методика определения массообменных критериев процесса сушения буковых пиломатериалов

Рассмотрена методика определения массообменных критериев на основе экспериментальных данных, что дало возможность обнаружить комплексное влияние режимных параметров на процесс сушения буковых пиломатериалов в любой период.

Kunynets E.P., Biley P.V. Methods for determining the criteria of massexanging beech lumber drying process

The method of criteria massexanging based on experimental data that revealed a complex effect on the regime parameters of beech lumber drying process at any time has been done.

УДК 675:616.511

***Доц. Л.І. Демкевич, канд. техн. наук;
ст. викл. О.В. Сафронова; ст. викл. А.М. Уська – Львівська КА***

ЗАБРУДНЕННЯ ШКІР ДЛЯ ВЕРХУ ВЗУТТЯ

Досліджено можливе мікробіологічне забруднення натуральних шкір для верху взуття різних видів тварин: великої рогатої худоби, оленя і лося. Встановлено неоднакове обсіменіння мікроорганізмами шкір різних тварин в ідентичних умовах забруднення.

Ключові слова: шкіра, забруднення, мікроорганізми, оброблення, сировина, показник, культивування, вирощування, мазки, колонії, температура, дослідження.

Для виготовлення верху шкіряного взуття в Україні застосовують натуральні, штучні та синтетичні шкіри. Деталі верху шкіряного взуття закривають тильну і бокові поверхні стопи, виготовляють їх з м'яких, еластичних матеріалів. Якщо матеріали верху не забезпечують видалення поту, то збільшується вологість у середині взуття. Зношування матеріалів прискорюється під впливом поту, вологи, пилу і забруднень, що знежирюють шкіру. Вологопроникність натуральної шкіри забезпечує виведення в навколишнє середовище 70 % поту.

Найкращим матеріалом для верху шкіряного взуття за гігієнічними, естетичними та експлуатаційними властивостями вважають натуральні шкіри. До її вад відносять: намокання у воді, здатність руйнуватися у процесі експлуатації під дією вологи і мікроорганізмів, недостатня стійкість до дії високих температур і агресивних середовищ (кислот, лугів, нафтопродуктів та ін.). Санітарно-гігієнічні вимоги до матеріалів, які використовуються для виготовлення шкіряного взуття, полягають у тому, що вони не повинні сприяти нагромадженню і розвитку мікроорганізмів. Бажано, щоб матеріали мали антимікробну стійкість. Мікрофлора шкіри, а також її мікробіологічне розкладання залежать від виду шкіри, методу фарбування та використаних барвників.

Метою нашого дослідження було: вивчення можливого мікробіологічного забруднення натуральних шкір для верху взуття різних видів тварин в природних умовах. Варто зазначити, що це питання недостатньо вивчено, а інформації про нього в науковій літературі практично немає. У процесі виробництва, шкіри піддають різним видам оброблення, з метою надання їм товарознавчих властивостей.

З напівфабрикатів великої рогатої худоби, оленя і лося, які не мають глибоких дефектів, виготовляють м'які шкіри з тонкою покривною плівкою анілінового фарбування. Механічне оброблення всіх видів шкір за допомогою пресів здійснюють для ущільнення лицьового шару, підвищення його адгезії та надання блиску. Під час пресування використовують плити з різним характером поверхні. Шкіру з великої рогатої худоби переважно пресують