

**ТЕПЛООБМІН МІЖ ПОТОКОМ ГАЗУ І МАТЕРІАЛОМ
У ШТАБЕЛІ**

Розглянуто основні аспекти теплообміну між потоком газу і матеріалом. Знайдено рівняння для визначення критерію Нусельта (Nu) у періоді постійної швидкості сушіння пиломатеріалів в штабелі.

J.V. Knysh, V.S. Grodzik – USUFWT

Exchanging processes between gas flow and material in the pile

The aspects of heat exchanging processes between gas flow and material in the pile are revised in the work.

Розрахунки процесів нагрівання та охолодження деревини без явища випаровування води вимагають знання коефіцієнту чистого теплообміну, який неускладнений масообміном і є величиною, що характеризує інтенсивність теплообміну і чисельно дорівнює питомому тепловому потоку через поверхню сортирента, віднесеного до різниці температур.

Коефіцієнт чистого теплообміну залежить від багатьох факторів: властивостей омиваючих деревину газів і їх швидкості, від стану поверхні деревини (жорсткості), від температури, форми і розмірів деревини і багатьох інших.

Складність аналітичних методів знаходження коефіцієнту чистого теплообміну навіть для найпростіших випадків потребує використання емпіричних рівнянь. Для початкового нагрівання пиломатеріалів перед сушінням коефіцієнт теплообміну ще не вивчений, а тому розглянемо це питання більш детально.

У технічній довідковій літературі при порівнянні різних тіл для різних умов використовують емпіричні рівняння, які узагальнюють величезний експериментальний матеріал, а математична обробка його виконана на основі теорії подібності. Ці рівняння з достатньою точністю можуть бути використані при визначенні коефіцієнту теплообміну для процесу початкового нагрівання перед сушінням пиломатеріалів.

Потік агента прогрівання матеріалу в штабелі при вимушеному русі обмежений стінками каналу, переріз якого має скінчені розміри. Тому агент прогрівання під час руху зазнає гальмівної дії стінок (рядів дошок і прокладок). Внаслідок дії сил внутрішнього тертя (в'язкості) закономірності процесу теплообміну значною мірою залежать від режиму руху потоку.

Як відомо, розрізняють два режими руху: турбулентний і ламінарний; критерієм для оцінки режиму руху є критичне значення $Re > Re_{кр}$, що відповідає турбулентному режиму, а при $Re < Re_{кр}$ маємо ламінарний рух. Зазначимо, що зміна режимів відбувається не миттєво при переході через $Re_{кр}$. Завжди буває перехідний режим при $Re = 2 \times 10^3 / 10^4$, при якому рух потоку змішаний.

Коли газ з великого об'єму надходить у канал, на початковій ділянці каналу біля стінок матеріалу утворюється пограничний динамічний шар. У міру просування газу у колі товщина цього шару збільшується і на певній

відстані від входу відбувається зливання пограничних шарів по всьому перерізі труби.

Для знаходження критерію Нусельта (Nu) при розвинутому турбулентному русі ($Re > 10^4$) використовується формула:

$$Nu = 0,021 Re^{0,8} P_{г}^{0,43} (P_{г} / P_{г ст})^{0,25} \quad (1)$$

Для знаходження критерію Нусельта (Nu) при ламінарному режимі ($Re \leq 2 \times 10^3$) застосовується формула:

$$Nu = 0,15 Re^{0,33} P_{г}^{1/3} (G_{г} P_{г})^{0,1} (P_{г} / P_{г ст})^{0,25} \quad (2)$$

Найбільш повне дослідження критерію Нусельта у періоді постійного конвективного сушіння пиломатеріалів в однорядному штабелі як у середовищі вологого повітря, так і у перегрітій парі проведено в роботах кандидата технічних наук Ю.В. Книша. Ним отримано критеріальне рівняння для періоду постійної швидкості сушіння пиломатеріалів в однорядному штабелі.

$$Nu_n = 0,0641 Re_b^{0,8} \left(\frac{T_c}{T_m} \right)^2 Pr^{1/3}, \quad (3)$$

де: $Nu_n = \frac{\alpha_n b}{\lambda_c}$ – критерій Нусельта для періоду постійної швидкості сушіння;

$Re_b = \frac{V_b}{\nu}$ – критерій Рейнольдса; $Pr = \frac{\nu}{a}$ – критерій Прандтля; T_c і T_m – абсолютна температура мокрого і сухого термометра, K° .

Теоретичний аналіз залежності критерію Nu при русі газів у каналах з прямокутним поперечним перерізом призводить до знаходження рівняння для визначення цього критерію в штабелі.

$$Nu = Nu_\infty + Nu_n \left(1 - \frac{1}{Re_n} \frac{b}{h} \right)^z = Nu_\infty + Nu_n (1 - B)^z, \quad (4)$$

де: $Re = \frac{Vh}{\nu}$ і $B = \frac{1}{Re_n} \cdot \frac{b}{h}$; h – висота каналу (товщина прокладки), м; b – довжина каналу (ширина штабелю), м; Nu_n – критерій Нусельта для однорядного штабелю.

УДК 519.85:674.815-41-023 Доц. Ю.І. Грицюк, канд. техн. наук – УкрДЛТУ

**СПОСІБ ПОЕТАПНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ПЛАНУ РОЗКРОЮ
ПЛИТОФОРМАТНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ЗАГОТОВКИ**

Розглядається спосіб поетапної оптимізації плану розкрою плитоформатних матеріалів на заготовки (ПФМ), наведена формальна постановка задачі, її математичне формулювання і алгоритм розв'язання з використанням запропонованого способу.