

17. Mualem Y. A New Model for Predicting the Hydraulic Conductivity of Unsaturated Porous Media / Y. Mualem // Water resources Research. – 1976. – Vol. 12, No. 4. – P. 513-522.

18. Luckner L. A Consistent Set of Parametric Models for the Two-Phase Flow of Immiscible Fluids in the Subsurface / L. Luckner van M.T. Genuchten, D.R. Nielsen // Water Resources Research. – 1989. – 25, No. 10. – P. 2187-2193.

19. Brooks R.H. Properties of Porous Media Affecting Fluid Flow / R.H. Brooks, A.T. Corey // Journal of the Irrigation and Drainage Division, Proceedings of the American Society of Civil Engineers (ASCE). – 1966. – Vol. 92, No. IR2. – P. 61-88.

20. van Genuchten M.T. A Closed-Form Equation for Predicting the Hydraulic Conductivity of Unsaturated Soils / M.T. van Genuchten // Soil Science Society of America Journal. – 1980. – Vol. 44, No. 5. – P. 892-898.

21. Baggio P. Determinazione delle caratteristiche termoigrometriche dei materiali da costruzione porosi / P. Baggio, C. Bonacina, E. Grinzato, P. Bison, C. Bressan // Proc. 47th Congresso Nazionale ATI, Parma. – 1992. – P. 355-365.

Голубець Т.В. Определение равновесного увлажнения и собственной проницаемости пористого материала на основе изотерм сорбции или кривых задержки влаги

В рамках формализма объемного усреднения пересмотрены основные соотношения физики поверхности для пористого увлажненного материала. Сформулированы условия равновесия между жидкостью и газом в пористом материале. Отмечено функцию распределения размера пор за радиусом. В соответствии с экспериментальными данными, рассчитана зависимость относительных проницаемостей жидкости и газа в пористом материале от степени насыщения пор жидкостью. С помощью сравнительного анализа полуэмпирических моделей увлажнения предложен метод определения собственной проницаемости твердой фазы и равновесного увлажнения в пористом материале.

Ключевые слова: пористые материалы, адсорбция, капиллярные явления, диффузия жидкостей и газов.

Holubets' T.V. Specify of equilibrium damping and intrinsic permeability of porous media on the ground of sorption isotherms or water retention curves

In the range of volume averaging formalism the basic relations of surface physics for porous media have been revised. The equilibrium conditions between liquid and gas in the porous media have been formulated. The pore size distribution function has been defined. The relative permeability for liquid and gas in porous media as a function of the water saturation according to experimental data has been calculated. On the ground of comparative analysis for semi empirical models of humidification the method of definition for intrinsic permeability and equilibrium damping in the porous media has been introduced.

Keywords: porous media, adsorption, capillary phenomena, liquid and gas diffusion.

УДК 674.09:51-74:519.87:004.942 Доц. В.О. Маєвський¹, канд. техн. наук;
доц. А.Я. Вус², канд. фіз.-мат. наук; проф. Р.І. Мацюк¹, канд. техн. наук

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ РОЗПИЛЮВАННЯ КОЛОДИ РОЗВАЛЬНО-СЕГМЕНТНИМ СПОСОБОМ НА ПИЛОМАТЕРІАЛИ З УРАХУВАННЯМ ЇЇ РЕАЛЬНОЇ ФОРМИ

Розроблено математичну модель процесу розпилювання колоди паралельно до лінійної регресійної осі розвально-сегментним способом на пиломатеріали. Математична модель урахує форму поверхні реальної колоди, отриманої за результатами

сканування форми поверхонь її поперечних перетинів. Обґрунтовано особливості математичної моделі розрахунку схем розпилювання з урахуванням обертання колоди або схеми розпилювання навколо осі колоди на заданий кут за розрізання (розпилювання) вертикальними і горизонтальними січними площинами.

Ключові слова: колода, сегмент, розпилювання, розвально-сегментний спосіб, моделювання, математична модель, постав (схема розпилювання), лінійна регресійна вісь (ЛРВ), пиломатеріал, обертання колоди.

Постановка проблеми та актуальність досліджень. Ефективність розрахунку результатів розпилювання реальних колод на пиломатеріали розвально-сегментним способом паралельно до лінійної регресійної осі (ЛРВ), як і розпилювання розвальним способом паралельно [1] та під кутом до неї [2], а також паралельно до твірних [3] залежить здебільшого від достовірності розроблених математичних моделей та прийнятих припущень. Відхилення результатів прогнозування виходу пиломатеріалів від результатів виробничих розпилювань залежно від зазначених показників в окремих випадках може становити понад 10 %, що свідчить про актуальність реалізації моделювання розпилювання колод на пиломатеріали, розробленого з використанням достовірних математичних моделей та обґрунтованих припущень.

Аналіз відомих досліджень. Зазначимо, що незважаючи на ґрунтовні дослідження, проведені у технології лісопиляння щодо вирішення проблеми раціонального розпилювання колод на пилопродукцію за допомогою моделювання процесу розпилювання, ця проблема не є повністю вирішеною [1]. У цій статті на продовження серії робіт [1-3] наведено розвиток теоретичного та практичного підходів до процесу розпилювання колод розвально-сегментним способом паралельно до ЛРВ на пиломатеріали з урахуванням їх реальної форми, реалізація якого забезпечуватиме раціональне використання деревини.

Теоретичні та прикладні аспекти моделювання розпилювання колод паралельно до ЛРВ розвально-сегментним способом на пиломатеріали з урахуванням їх реальної форми. Розпилювання колод розвально-сегментним способом розглядаємо як двоетапну задачу. На першому етапі (проході) – розпилювання колод розвальним способом на необрізні пиломатеріали та два сегменти, а на другому – розпилювання сегментів на однобічно-обрізні пиломатеріали. Математичну модель розпилювання колод паралельно до ЛРВ з урахуванням їх реальної форми на першому етапі розвально-сегментного способу розроблено у попередній роботі [1]. Тому наведемо тільки основні положення, які буде використано для розроблення другої частини математичної моделі розпилювання колод розвально-сегментним способом – розпилювання сегментів на однобічно-обрізні пиломатеріали.

За отриманим у роботі [4] описом поверхні колоди у вигляді множини значень $\{R_i(\varphi), i = \overline{0, N}\}$ здійснимо моделювання розрізання (розпилювання) сегмента січними площинами, паралельними до ЛРВ, на однобічно-обрізні пиломатеріали. Загалом цю задачу можна вирішити за допомогою двох технологічних підходів. Перший підхід передбачає, що січні площини – вертикальні (моделювання розпилювання колод або їх частин, зокрема сегментів, колодопиляльним обладнанням з вертикальним розміщенням різального інструменту), а пропиляна частина сегмента розміщена горизонтально. Для другого підходу характерне горизонтальне розміщення січних площин (моделювання розпилюван-

¹ НЛТУ України, м. Львів;

² Львівський НУ ім. Івана Франка

ня колод або їх частин, зокрема сегментів, колодопиляльним обладнанням з горизонтальним розміщенням різального інструменту), а пропиляна частина сегмента розміщена вертикально. Оскільки реалізація наведених технологічних підходів підпорядковується одній методиці, то наведемо вирішення задачі моделювання розрізання сегмента на однобічно-обрізні пиломатеріали вертикальними січними площинами.

Моделювання розпилювання сегмента на однобічно-обрізні пиломатеріали доцільно подати у вигляді алгоритму, що передбачає визначення ширини зовнішньої і внутрішньої пластей пиломатеріалів для кожного поперечного перетину ($i = \overline{0, N}$), а також їх довжини, визначення об'єму, об'ємного виходу та загального об'ємного виходу пиломатеріалів із сегмента. Товщину пиломатеріалів приймаємо зі схем розпилювання колоди (сегмента), отриманих методом повного перебору всіх допустимих варіантів (див., зокрема [5]).

Для підвищення ефективності розрахунку поставів (схем розпилювання) нульовий поперечний перетин сегмента $i = 0$ ототожнюємо з відземковим (більшим) торцем, оскільки на цьому торці, на відміну від вершинного ($i = N$), можна умовно повністю зобразити схему розпилювання. Прийняте ототожнення не впливає ні на результати розрахунку схем розпилювання, ні на фактичне розпилювання сегмента (колоди) за прийнятою схемою, незалежно від орієнтації сегмента під час розпилювання відземковим чи вершинним торцем вперед.

Математична модель розрахунку поставів (схем розпилювання) для розпилювання сегментів. Поділ поставів за розпилювання сегмента на умовно симетричні та несиметричні, парні та непарні, як і у публікації [1], розглянуто з погляду їх прив'язки до поздовжньої геометричної осі колоди, якою для колод з неправильною формою вважатимемо ЛРВ колоди, що, зазвичай, не збігається з її геометричною віссю, а для колод з правильною (осесиметричною) формою – ту ж ЛРВ колоди, що збігається з її геометричною віссю.

Опишемо схему розпилювання сегмента послідовністю товщин пиломатеріалів:

$$t_1, t_2, \dots, t_g, \dots \quad (1)$$

Зазначимо [6], що з метою раціонального використання деревини, у теорії та практиці лісопиляння вважається доцільним розміщення у центральній частині колоди (сегмента) товстіших пиломатеріалів із зменшенням їх товщини ближче до периферії колоди (сегмента). Тому послідовність (1) зазвичай є незростаючою, а серед її елементів (товщин пиломатеріалів) доцільно використовувати не більше трьох різновидів товщин в одній схемі розпилювання, причому суміжні пиломатеріали можуть мати однакову товщину.

Довільний сегмент, випиляний із колоди паралельно до її ЛРВ, окрім опису поверхні колоди у вигляді множини значень $\{R_i(\varphi), i = \overline{0, N}\}$, характеризуємо також відстанню від ЛРВ колоди до пропиляної частини сегмента (σ).

Значення σ є однаковим на кожному поперечному перетині колоди ($i = \overline{0, N}$) та залежить від використаної схеми розпилювання колоди на першому проході розвальню-сегментного способу. Так, у випадку випилювання на пер-

шому проході 2 або 4 пиломатеріалів (парний постав) величину σ визначаємо за формулами:

- для 2 пиломатеріалів (по одному з "правої" та "лівої" частин колоди)

$${}^n\sigma = (t_1 + \omega c_{t_1}) + \frac{3}{2} pr, \quad {}^n\sigma = (t'_1 + \omega c_{t'_1}) + \frac{3}{2} pr, \quad (2)$$

- для 4 пиломатеріалів (по два з "правої" та "лівої" частин колоди)

$${}^n\sigma = (t_1 + \omega c_{t_1}) + (t_2 + \omega c_{t_2}) + \frac{5}{2} pr, \quad {}^n\sigma = (t'_1 + \omega c_{t'_1}) + (t'_2 + \omega c_{t'_2}) + \frac{5}{2} pr. \quad (3)$$

де: pr – ширина пропилу; ωc_{t_i} – припуск на всихання першого (центрального) пиломатеріалу за його товщиною.

У випадку випилювання на першому проході 1 або 3 пиломатеріалів (непарний постав) величину σ визначаємо за формулами:

- для 1 пиломатеріалу

$${}^n\sigma = {}^n\sigma = \frac{1}{2}(t_1 + \omega c_{t_1}) + pr; \quad (4)$$

- для 3 пиломатеріалів

$${}^n\sigma = \frac{1}{2}(t_1 + \omega c_{t_1}) + (t_2 + \omega c_{t_2}) + 2pr, \quad {}^n\sigma = \frac{1}{2}(t'_1 + \omega c_{t'_1}) + (t'_2 + \omega c_{t'_2}) + 2pr. \quad (5)$$

У випадку розпилювання колоди на першому проході на 2 сегменти величину σ визначаємо за формулою:

$${}^n\sigma = {}^n\sigma = \frac{1}{2} pr. \quad (6)$$

Випилювання на першому проході розвальню-сегментного способу більше чотирьох пиломатеріалів, зазвичай, є недоцільним, що зумовлено необхідністю випилювання таких сегментів, розміри яких забезпечуватимуть отримання достатньо високого об'ємного виходу специфікаційних однобічно-обрізних пиломатеріалів на другому проході.

Умовно парний постав. Спочатку розглянемо розпилювання сегмента на другому проході розвальню-сегментного способу для варіанта використання умовно парного поставу (рис. 1).

Тоді, за наявності першого пропилу сегмента, що проходить через його ЛРВ або на деякій відстані від неї та формує внутрішні пласті центральних однобічно-обрізних пиломатеріалів, ширину внутрішньої пласті центрального пиломатеріалу ($g = 1$) з "правої" частини сегмента для кожного поперечного перетину ($i = \overline{0, N}$) визначаємо з рівняння:

$$R_i(\varphi) \cdot \cos \varphi = \frac{1}{2} pr, \quad \varphi \in \left[0, \frac{\pi}{2}\right]. \quad (7)$$

За розв'язком рівняння (7) $\varphi_a^{(1)}$ знайдемо ширину внутрішньої пласті центрального пиломатеріалу на i -му поперечному перетині:

$$b_i^{(1)} = R_i(\varphi_a^{(1)}) \sin \varphi_a^{(1)} - {}^n\sigma. \quad (8)$$

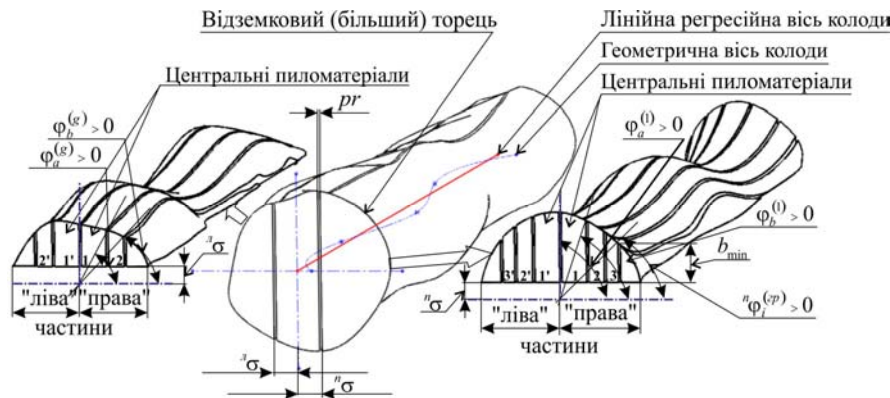


Рис. 1. Розрахункова схема умовно парного поставу для розпилювання сегментів

Ширину зовнішньої пласті центрального пиломатеріалу ($g=1$) з "правої" частини сегмента для кожного поперечного перетину ($i = \overline{0, N}$) визначаємо з рівняння:

$$R_i(\varphi) \cdot \cos \varphi = (t_1 + \omega c_{t_1}) + \frac{1}{2} pr, \quad \varphi \in \left[0, \frac{\pi}{2}\right]. \quad (9)$$

За розв'язком рівняння (9) $\varphi_b^{(1)}$ знайдемо ширину зовнішньої пласті центрального пиломатеріалу на i -му поперечному перетині:

$$b_i^{(1)} = R_i(\varphi_b^{(1)}) \sin \varphi_b^{(1)} - {}^n\sigma. \quad (10)$$

Для знаходження на кожному поперечному перетині ($i = \overline{0, N}$) ширини внутрішніх пластей наступних суміжних (бокових) однобічно-обрізних пиломатеріалів, розв'язуємо рівняння:

$$R_i(\varphi) \cdot \cos \varphi = \sum_{s=1}^{g-1} ((t_s + \omega c_{t_s}) + pr) + \frac{1}{2} pr, \quad \varphi \in \left[0, \frac{\pi}{2}\right]. \quad (11)$$

де g – порядковий номер пиломатеріалу ($g \geq 2$).

Ширину зовнішніх пластей бокових однобічно-обрізних пиломатеріалів на кожному поперечному перетині ($i = \overline{0, N}$) визначаємо з рівняння:

$$R_i(\varphi) \cdot \cos \varphi = \sum_{s=1}^g ((t_s + \omega c_{t_s}) + pr) - \frac{1}{2} pr, \quad \varphi \in \left[0, \frac{\pi}{2}\right]. \quad (12)$$

Для зручності розрахунку ширини внутрішньої та зовнішньої пластей бокових пиломатеріалів введемо характеристичну функцію

$$\chi(\beta) = \begin{cases} \beta, & \beta \geq b_{\min} \\ 0, & \text{інакше.} \end{cases} \quad (13)$$

Тоді за розв'язком рівняння (11) $\varphi_a^{(g)}$ та рівняння (12) $\varphi_b^{(g)}$ знайдемо ширини внутрішніх (14) і зовнішніх (15) пластей бокових однобічно-обрізних пиломатеріалів на i -му поперечному перетині

$$b_i^{(g)} = \chi \left(R_i(\varphi_a^{(g)}) \sin \varphi_a^{(g)} - {}^n\sigma \right); \quad (14)$$

$$b_i^{(g)} = \chi \left(R_i(\varphi_b^{(g)}) \sin \varphi_b^{(g)} - {}^n\sigma \right). \quad (15)$$

Максимальну кількість пиломатеріалів досліджуваної "правої" частини сегмента визначаємо за формулою

$${}^nG = \max \left\{ g \in \mathbb{N} : \sum_{s=1}^g ((t_s + \omega c_{t_s}) + pr) \leq \max_{i=0, N} \left(R_i({}^n\varphi_i^{zp}) \cos({}^n\varphi_i^{zp}) \right) + \frac{1}{2} pr \right\}, \quad {}^n\varphi_i^{zp} \in \left[0, \frac{\pi}{2}\right], \quad (16)$$

де ${}^n\varphi_i^{zp}$ (граничний) – розв'язок рівняння (17) (див. рис. 1)

$$R_i(\varphi_i^{zp}) \sin \varphi_i^{zp} = \sigma + b_{\min}. \quad (17)$$

Ширина пластей однобічно-обрізних пиломатеріалів (серцевинних і центральних) з центральної зони сегмента, за означенням, повинна бути більшою за мінімально допустиму ширину ($b_{\min}$), а їх довжина – така ж, як його довжина, а в іншому випадку – складений постав (схема розпилювання) є неефективним. Алгоритм визначення довжини бокових однобічно-обрізних пиломатеріалів, випиляних із сегмента, аналогічний як і у випадку визначення довжини бокових необрізних пиломатеріалів, випиляних із колоди розвальним способом [1].

Для визначення ширини зовнішньої та внутрішньої пластей центрального ($g=1$) і бокових ($g \geq 2$) пиломатеріалів, їх довжини та максимальної кількості з "лівої" частини сегмента застосовується аналогічна послідовність дій, як і у випадку визначення розмірів та максимальної кількості пиломатеріалів з "правої" частини сегмента (1), (7)–(17). Особливістю розрахункових формул для "лівої" частини сегмента є трансформування рівнянь (7), (9), (11), (12), (16) та (17) з урахуванням симетризації сегмента відносно вертикальної осі ($\varphi = \frac{\pi}{2}$), внаслідок якої відлік кута ведеться за годинниковою стрілкою від променя ($\varphi = \pi$). Наприклад, рівняння (11) та (16) для "лівої" частини сегмента матимуть вигляд, відповідно:

$$R_i(\pi - \varphi) \cdot \cos \varphi = \sum_{s=1}^{g-1} ((t_s + \omega c_{t_s}) + pr) + \frac{1}{2} pr, \quad \varphi \in \left[\frac{\pi}{2}, \pi\right]; \quad (18)$$

$${}^nG = \max \left\{ g \in \mathbb{N} : \sum_{s=1}^g ((t_s + \omega c_{t_s}) + pr) \leq \max_{i=0, N} \left(R_i(\pi - {}^n\varphi_i^{zp}) \cos({}^n\varphi_i^{zp}) \right) + \frac{1}{2} pr \right\}, \quad {}^n\varphi_i^{zp} \in \left[\frac{\pi}{2}, \pi\right]. \quad (19)$$

Рівняння (7), (9), (12) та (17) перетворюються аналогічно.

Об'єм та об'ємний вихід однобічно-обрізних пиломатеріалів з сегмента для його "правої" та "лівої" частини обчислюється аналогічно, як і для варіанту розпилювання колоди розвальним способом на необрізні пиломатеріали [1].

Умовно непарний постав (рис. 2). Особливістю розрахунку непарного поставу є визначення ширини серцевинного пиломатеріалу.

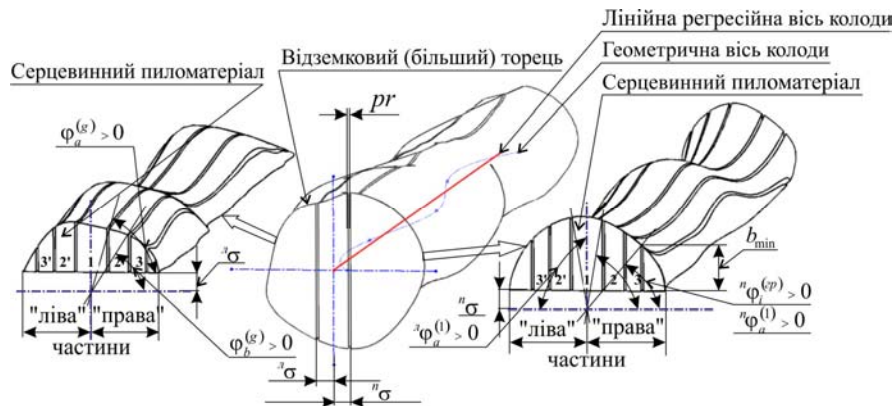


Рис. 2. Розрахункова схема умовно непарного поставу для розпилювання сегментів

Ширину внутрішніх пластів серцевинного пиломатеріалу ($g=1$) з "правої" та "лівої" частин сегмента визначаємо з рівняння:

$$R_i(\varphi) |\cos \varphi| = \frac{(t_1 + \sigma c_h)}{2}, \quad \varphi \in [0, \pi]. \quad (20)$$

Рівняння (20) має два розв'язки ${}^n\varphi_a^{(i)}$ ($0 < {}^n\varphi_a^{(i)} < \frac{\pi}{2}$) – для "правої" частини сегмента та ${}^n\varphi_a^{(i)}$ ($\frac{\pi}{2} < {}^n\varphi_a^{(i)} < \pi$) – для "лівої" частини сегмента, за якими визначаємо ширину внутрішніх пластів серцевинного пиломатеріалу:

$$\text{з "правої" частини сегмента } {}^n b_i^{(i)} = R_i({}^n\varphi_a^{(i)}) \sin {}^n\varphi_a^{(i)} - {}^n\sigma; \quad (21)$$

$$\text{з "лівої" частини сегмента } {}^n b_i^{(i)} = R_i({}^n\varphi_a^{(i)}) \sin {}^n\varphi_a^{(i)} - {}^n\sigma. \quad (22)$$

Подальший розрахунок непарного поставу (визначення ширини, довжини, об'єму та об'ємного виходу односторонньо-обрізних пиломатеріалів) здійснюємо за алгоритмом розрахунку парного поставу (11)-(15), (18) та розпилювання колоди розвальним способом на необрізні пиломатеріали [1].

Зазначимо, що для непарного умовно симетричного та несиметричного поставів, послідовності (1) для "правої" та "лівої" частин сегмента мають однакове значення t_1 (товщини серцевинного пиломатеріалу), а формула для визначення максимальної кількості пиломатеріалів для частин сегмента, зокрема для "правої", набуває вигляду:

$${}^n G = \max \left\{ g \in \mathbb{N} : \frac{(t_1 + \sigma c_h)}{2} + \sum_{s=2}^g ((t_s + \sigma c_{t_s}) + pr) \leq \max_{i=0, N} \left(R_i({}^n\varphi_i^{2p}) \cos({}^n\varphi_i^{2p}) \right) \right\}, \quad (23)$$

$${}^n\varphi_i^{2p} \in \left[0, \frac{\pi}{2} \right]$$

Особливості математичної моделі розрахунку поставів (схем розпилювання) за обертання колоди навколо своєї осі на заданий кут.

Розпилювання реальної колоди на пиломатеріали за прийнятою схемою розпилювання, на відміну від ідеалізованої, передбачає розрахунок значної кількості варіантів цієї схеми. Кількість варіантів конкретної схеми розпилювання колоди на пиломатеріали обумовлюється кількістю обертів колоди навколо своєї осі відносно схеми розпилювання (чи навпаки – кількістю поворотів цієї схеми навколо осі колоди). Технологічно вказані операції виконують залежно від виду колодопиляльного обладнання, однак отримані результати розрахунку схем розпилювання – аналогічні, тому наведемо інформацію для варіанта обертання колоди навколо своєї осі відносно схеми розпилювання, який більш вживаний у виробничих умовах (рис. 3).

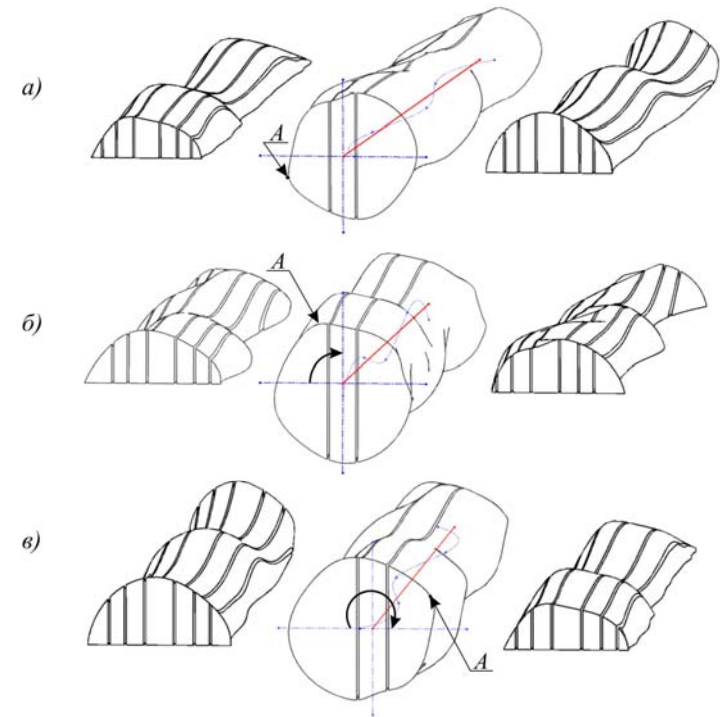


Рис. 3. Варіанти обертання реальної колоди навколо своєї осі відносно схеми розпилювання: а) кут 0° (початкове базування колоди); б) кут 90° ; в) кут 180°

Зауважимо, що для розвально-сегментного способу розпилювання колоди паралельно до її ЛРВ у випадку обертання колоди навколо своєї осі відносно схеми розпилювання (рис. 3) на кут α , більший від розгорнутого ($180^\circ + \alpha$), отримані результати ідентичні схемі розпилювання для кута α .

Елементарний кут обертання (повороту) колоди навколо своєї осі відносно схеми розпилювання (ω) доцільно характеризувати кількістю поворотів колоди (M) $\omega = \frac{\pi}{M}$.

Після кожного оберту колоди навколо своєї осі m ($m = \overline{0, M}$) на елементарний кут ω необхідно здійснити перерахунок розмірних параметрів випиляних пиломатеріалів та їх об'єму за модифікованими розрахунковими рівняннями (7, 9, 11, 12, 18, 20). Для цього у відзначені розрахункові рівняння до кута φ всіх аргументів $R_i(\varphi)$ та $R_i(\pi - \varphi)$ потрібно додати фазовий доданок $m\omega$. У такому випадку формула (9), для прикладу, набуде вигляду:

$$\rho_i(\varphi) \cdot \cos \varphi = (t_1 + \varepsilon c_{t_1}) + \frac{1}{2} pr, \quad \varphi \in \left[0, \frac{\pi}{2}\right], \quad (24)$$

де: $\rho_i(\varphi)$ – умовні (робочі) значення опису поверхні колоди, визначається:

$$\rho_i(\varphi) = R_i \cdot \begin{cases} \varphi + m\omega & \text{– для правої частини сегмента;} \\ \pi - \varphi + m\omega & \text{– для лівої частини сегмента.} \end{cases}$$

Формули для визначення максимальної кількості пиломатеріалів для кожної частини колоди (16), (19), (23) трансформуються аналогічно, наприклад, формула (16) для "правої" частини сегмента після додавання фазового доданку ($m\omega$) набуде вигляду:

$${}^nG = \max \left\{ g \in N : \sum_{s=1}^g ((t_s + \varepsilon c_{t_s}) + pr) \leq \max_{i=0, N} \left(R_i \left({}^n\varphi_i^{2p} + m\omega \right) \cos \left({}^n\varphi_i^{2p} \right) \right) + \frac{1}{2} pr \right\}, \quad (25)$$

$${}^n\varphi_i^{2p} \in \left[0, \frac{\pi}{2}\right]$$

Фактично, перерахунок розмірних параметрів випиляних пиломатеріалів та їх об'єму за модифікованими розрахунковими формулами здійснюється тільки для поворотів колоди навколо своєї осі, що відповідають значенням $m = \overline{1, M-1}$. Для значення $m = M$ результати будуть аналогічні, як і для $m = 0$, позаяк це буде та сама схема розпилювання, тільки повернута на 180° .

Для вирішення задачі моделювання розрізання сегмента горизонтальними січними площинами необхідно модифікувати розрахункові формули (7, 9, 11, 12, 16, 18-20, 23-25). Для цього у відзначені формули до кута φ аргументів $R_i(\varphi)$ (для "правої" частини сегмента), $R_i(\pi - \varphi)$ (для "лівої" частини сегмента) та умовних (робочих) значень $\rho_i(\varphi)$ потрібно додати значення $(\pi/2)$ та застосувати наведений алгоритм вирішення задачі моделювання розрізання сегмента вертикальними січними площинами.

Висновки. Розроблено математичну модель розпилювання колод паралельно до їх ЛРВ розвальню-сегментним способом на пиломатеріали, реалізація якої дасть змогу врахувати природні флуктуації розмірних характеристик реальних колод та здійснити ефективний розрахунок поставів (схем розпилювання). Ця модель є математично обґрунтованою і придатною для прогнозування розмірів, форми та об'єму випиляних необрізних та однобічно-обрізних пиломатеріалів, їх об'ємного виходу та оптимізації плану розпилювання колод, а також для створення спеціалізованого програмного забезпечення.

Обґрунтовано особливості розробленої математичної моделі з урахуванням обертання колоди або схеми розпилювання навколо осі колоди на заданий

кут за розрізання (розпилювання) вертикальними і горизонтальними січними площинами. Реалізація цієї математичної моделі забезпечить ефективний розрахунок різних схем розпилювання та відшукування оптимального кута обертання (повороту) колоди навколо своєї осі, за якого здійснюється її раціональне розпилювання.

Література

1. Маєвський В.О. Моделювання розпилювання колоди розвальним способом на пиломатеріали з урахуванням її реальної форми / В.О. Маєвський, А.Я. Вус // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – Сер.: Комп'ютерні системи проектування. Теорія і практика. – Львів : Вид-во НУ "Львівська політехніка". – 2011. – № 711. – С. 91-100.
2. Маєвський В.О. Моделювання розпилювання колоди розвальним способом під кутом до її осі та з урахуванням реальної форми / В.О. Маєвський, А.Я. Вус, В.М. Максимів // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2011. – Вип. 21.15. – С. 129-140.
3. Маєвський В.О. Моделювання розпилювання колоди паралельно твірним та з урахуванням реальної форми / В.О. Маєвський, А.Я. Вус // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – Сер.: Комп'ютерні науки та інформаційні технології. – Львів : Вид-во НУ "Львівська політехніка". – 2011. – № 719. – С. 123-128.
4. Mayevskyy V.O. Mathematical simulation of surface shape for real log / V.O. Mayevskyy, A.Ya. Vus // Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість : міжвідомч. наук.-техн. зб. – Львів : Вид-во НЛТУ України. – 2010. – Вип. 36. – С. 48-56.
5. Маєвський В.О. Вдосконалення розкрою букової пиловочної сировини на пилопродукцію : дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.05.07 "Машини та процеси лісівничого комплексу". – Львів, 2000. – 284 с.
6. Носовський Т.А. Технологія лісопилно-деревообробних виробництв : навч. посібн. / Т.А. Носовський, Р.І. Мацюк, В.В. Маслій. – К. : Вид-во НМК ВО, 1993. – 196 с.

Маєвський В.О., Вус А.Я., Мацюк Р.І. Моделирование распиловки бревна развальню-сегментным способом на пиломатериалы с учетом его реальной формы

Разработана математическая модель распиловки бревна параллельно линейной регрессионной оси развальню-сегментным способом на пиломатериалы. Математическая модель учитывает форму поверхности реального бревна, полученного по результатам сканирования его поперечных сечений. Обоснованы особенности математической модели расчета схем распиловки с учетом вращения бревна или схемы распиловки вокруг оси бревна на заданный угол при разрезании (распиловке) вертикальными и горизонтальными секущими плоскостями.

Ключевые слова: бревно, сегмент, распиловка, развальню-сегментный способ, моделирование, математическая модель, постав (схема распиловки), линейная регрессионная ось, пиломатериал, вращение бревна.

Mayevskyy V.O., Vus A.Ya., Matsyuk R.I. Simulation of log sawing by breakdown and segment method into lumber with consideration of real log shape

Mathematical model of log sawing to parallel of linear regressive axis by breakdown and segment method into lumber was developed. This model is taken to account the surface shape of real log which is received by scanning for surface of log cross sections. The features of calculation for mathematical model of sawing pattern taking account log rotation or sawing pattern around log axis at the fixed angle under cutting (sawing) by vertical and horizontal cutting planes were validated.

Keywords: log, segment, sawing, breakdown and segment method, simulation, mathematical model, sawing pattern, linear regressive axis, lumber, rotation of log.