

термів лінгвістичної змінної L_1 : "Small" – (0,1)(20,0), "Average" – (18,0) (40,1) (60,0), "High" – (58,0)(90,1); для термів лінгвістичних змінних L_2 та L_3 : "Small" – (0,1)(40,0), "Average" – (0,0)(40,1)(90,0), "High" – (40,0)(90,1). При зміні значень функцій належності буде змінюватись траєкторія змодельованого руху мобільної РТС.

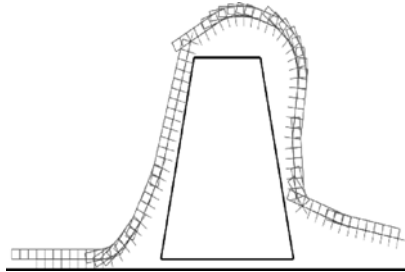


Рис. 6. Графічне моделювання руху мобільної РТС при об'їзді перешкоди

Висновки:

1. Використання інтелектуальних засобів керування мобільною РТС на базі нейронечіткої моделі Т-контролера, що реалізована в середовищі T-Controller Workshop, забезпечує збільшення швидкодії та точності завдяки високошвидкісному нейромережевому методу дефазифікації.
2. Здійснено побудову і опис структури інтелектуальних засобів керування рухом мобільної РТС. Запропоновано використовувати ультразвукові датчі віддалі для керування рухом мобільної РТС при об'їзді перешкоди.
3. Використання розробленої бази правил, визначених лінгвістичних змінних та відповідних функцій належності забезпечує здійснення управління мобільною РТС при об'їзді перешкоди.

Література

1. Апостолок В.О. Інтелектуальні системи керування: конспект лекцій/В.О. Апостолок, О.С. Апостолок. – К.: Вид-во НТУУ "КПІ", 2008. – 88 с.
2. Назаров Х.Н. Робототехнические системы и комплексы: учебн. пособ. / Х.Н. Назаров. – Ташкент: Изд-во Ташкентского ГТУ, 2004. – 101 с.
3. Ткаченко Р.О. Модель нейронних мереж // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – Сер.: Комп'ютерна інженерія та інформаційні технології. – Львів: Вид-во НУ "Львівська політехніка". – 1998. – № 349. – С. 83-86.
4. Грицик В.В. Нові підходи до навчання штучних нейромереж / В.В. Грицик, Р.О. Ткаченко // Доповіді Національної академії наук України. – 2002. – № 11. – С. 59-65.
5. Tkatchenko O. Rule-based Fuzzy System of Improved Accuracy / O. Tkatchenko, R. Tkachenko, Yu. Hirniak, O. Ivakhiv, P. Mushnyk // Proceedings of the 56-th International Colloquium: Innovation in Mechanical Engineering – Shaping the Future. – Imenau University of Technology, 2011. – Pp. 1-6.
6. Tkatchenko Olexij. T-Controller Workshop User Manual: Sapienware Corporation / Olexij Tkatchenko, 2011. – 16 с.
7. Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский. – М.: Горячая линия-Телеком, 2007. – 452 с.
8. Zou Yi (2000) Multi-ultrasonic sensor fusion for autonomous mobile robots, Sensor Fusion: Architectures / Zou Yi, Ho Yeong Khing, Chua Chin Seng, Zhou Xiao Wei // Algorithms and Applications IV; Proceedings of SPIE4051. – Pp. 314-321.
9. Жданкин В. Ультразвуковые датчики для систем управления / В. Жданкин // Современные технологии автоматизации: журнал. – 2003. – № 4. – С. 48-62.

10. Круглов В.В. Нечёткая логика и искусственные нейронные сети / В.В. Круглов, М.И. Дли, Р.Ю. Голунов. – М.: Изд-во "Физматлит", 2001. – 221 с.
11. Ткаченко О.Р. Управление рухом мобільної робототехнічної системи / О.Р. Ткаченко, І.Є. Ваврук, Я.П. Кісь // Інтелектуальні системи прийняття рішень і проблеми обчислювального інтелекту: матер. Міжнар. наук. конф. ISDMCF2012. – Херсон: Вид-во ХНТУ, 2012. – С. 206-207.
12. Цмоць І.Г. Архітектура мобільної робототехнічної системи / І.Г. Цмоць, Б.Я. Шулак, О.В. Скорохода // Інтелектуальні системи прийняття рішень і проблеми обчислювального інтелекту: матер. Міжнар. наук. конф. ISDMCF2012. – Херсон: Вид-во ХНТУ, 2012. – С. 210-211.
13. Цмоць І.Г. Принципи побудови та способи НВІС-реалізації нейромереж реального часу / І.Г. Цмоць, О.В. Скорохода, І.Є. Ваврук // Науковий вісник НЛТУ України: зб. наук.-техн. праць. – Львів: РВВ НЛТУ України. – 2012. – Вип. 22.06. – С. 292-300.

Ткаченко Р.А., Ткаченко А.Р., Цмоць І.Г., Ваврук І.Є. Использование симулятора нечеткой логики для моделирования процесса управления робототехнической системой

Разработана структура интеллектуальных средств управления движением мобильной робототехнической системы с использованием контролера нечеткой логики. Определены лингвистические переменные, функции принадлежности и сформирована база правил для управления мобильной робототехнической системой при объезде препятствия. Смоделировано и визуально показано движение мобильной робототехнической системы с использованием среды TControllerWorkshop.

Ключевые слова: мобильная робототехническая система, нечеткая логика, ультразвуковой датчик, контролер нечеткой логики.

Tkatchenko R.A., Tkatchenko A.R., Tsmots I.G., Vavruk I.Ye. Using simulator of fuzzy logic for modelling the control robotic systems

The structure of intelligent tools for traffic control mobile robotic systems with the usage of fuzzylogic controller are developed. The linguistic variables, membership functions and rule base are formed for by pass obstacles of mobile robotic systems. The modeling and visualization of mobile robotic systems motion using software TControllerWorkshop are made.

Keywords: mobile robotic systems, fuzzylogic, ultrasonic sensor, fuzzylogic controller.

УДК 674.09:51-74:519.87:004.942 Доц. В.О. Маєвський, канд. техн. наук – НЛТУ України, м. Львів; доц. А.Я. Вус, канд. фіз.-мат. наук – Львівський НУ ім. Івана Франка

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ РОЗПИЛЮВАННЯ КОЛОДИ СЕКТОРНИМ СПОСОБОМ НА ТАНГЕНЦІАЛЬНІ ПИЛОМАТЕРІАЛИ З УРАХУВАННЯМ ЇЇ РЕАЛЬНОЇ ФОРМИ

Розроблено математичну модель розпилювання колоди паралельно лінійній регресійній осі секторним способом на тангенціальні пиломатеріали. Математична модель ураховує форму поверхні реальної колоди, отриманої за результатами сканування форми поверхні її поперечних перетинів. Обґрунтовано особливості математичної моделі розрахунку схем розпилювання колоди (секторів) з урахуванням обертання (повороту) колоди або схеми розпилювання навколо осі колоди на заданий кут за розрізання (розпилювання) вертикальними і горизонтальними січними площинами.

Ключові слова: колода, сектор, розпилювання, секторний спосіб, моделювання, математична модель, постав (схема розпилювання), лінійна регресійна вісь (ЛРВ), пиломатеріал тангенціального розпилювання (тангенціальний пиломатеріал), обертання колоди.

У цій роботі на продовження серії робіт [1-7] наведено розвиток теоретичного та практичного підходів до процесу розпилювання колод секторним способом паралельно ЛРВ на тангенціальні пиломатеріали з урахуванням їх реальної форми, реалізація якого забезпечуватиме раціональне використання деревини. Постановка проблеми щодо раціонального розпилювання колод з урахуванням їх реальної форми та аналіз відомих досліджень, наведені у роботах [1, 2, 6, 7], свідчать про її актуальність.

Теоретичні та прикладні аспекти моделювання розпилювання колод паралельно ЛРВ секторним способом на тангенціальні пиломатеріали з урахуванням їх реальної форми. Розпилювання колод секторним способом реалізуємо як двоетапну задачу. На першому етапі (проході) розглядаємо розпилювання колоди двома взаємно перпендикулярними січними, пряма перетину яких співпадає з ЛРВ колоди, на чотири сектори. На другому – розпилювання отриманих секторів на тангенціальні пиломатеріали.

За отриманим у роботі [6] описом поверхні колоди у вигляді множини значень $\{R_i(\varphi), i = \overline{0, N}\}$ здійснимо моделювання розрізання (розпилювання) секторів січними площинами, паралельними ЛРВ, на пиломатеріали тангенціального розпилювання. Для вирішення задачі моделювання розрізання секторів січними площинами, як і в роботах [1-6], застосовано технологічний підхід, який передбачає використання вертикальних січних площин, позаяк реалізація технологічного підходу із використанням горизонтальних січних площин підпорядковується тій же методиці.

Моделювання розпилювання секторів на тангенціальні 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, об'єму, об'ємного виходу та загального об'ємного виходу пиломатеріалів із сектора. Товщину пиломатеріалів приймаємо зі схем розпилювання сектора, отриманих методом повного перебору всіх допустимих варіантів (див., зокрема [8]).

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

Опишемо схему розпилювання сектора послідовністю товщин пиломатеріалів:

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

Зазначимо, що з метою раціонального використання деревини у теорії та практиці лісопиляння вважається доцільним розміщення у центральній частині колоди (сектора) товстіших пиломатеріалів із зменшенням їх товщини ближче до периферії колоди (сектора) [9]. 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.

Математична модель розрахунку поставів (схем розпилювання) для розпилювання секторів на пиломатеріали тангенціального розпилювання. Розташуємо сектор у робочому положенні для реалізації розрізання (розпилювання) вертикальними січними площинами (рис. 1). Криволінійна поверхня (зона) сектора описується набором відносних функцій $\{\rho_i(\varphi), i = \overline{0, N}\}$, де $\rho_i(\varphi) = R_i \left(\varphi + \frac{(2k+1)\pi}{4}, -\frac{\pi}{4} < \varphi < \frac{\pi}{4} \right)$. Величина k , яка набуває значення 0, 1, 2, 3, відповідає порядковому номеру сектора. Тоді, для множини значень $\{\rho_i(\varphi), i = \overline{0, N}\}$, що описують поверхню сектора ($-i$), використовуємо алгоритм статті [1], модифікувавши його для врахування пропиляних площин, які обмежують сектор.

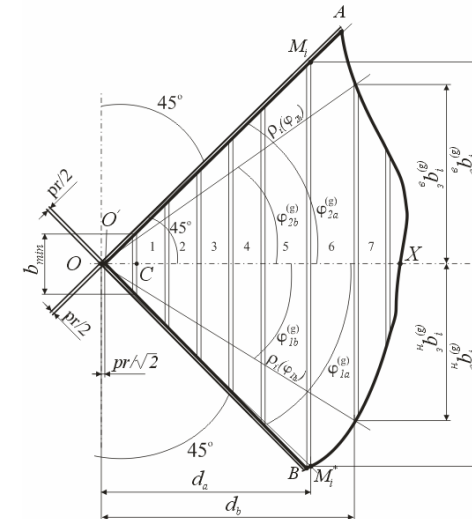


Рис. 1. Розрахункова схема i -го поперечного перетину сектора за його розпилювання на тангенціальні пиломатеріали

Для зручності, формування схем розпилювання секторів на тангенціальні пиломатеріали здійснюємо від вершини сектора до його периферійної частини, тому у послідовності (1) необхідно врахувати цю особливість.

Використаємо такий алгоритм розрахунку схем розпилювання, що передбачатиме врахування випилювання з сектора двобічно-клинообразних (у зоні пропиляних площин сектора) та інших форм пиломатеріалів (для пиломатеріалів, що хоча б частково потрапляють у криволінійну зону сектора), які умовно вважатимемо необрізними.

Ширина внутрішньої пласті першого від вершини сектора двобічно-клинообразного пиломатеріалу ($g=1$) на кожному поперечному перетині ($i = \overline{0, N}$) сектора визначається з рівняння (2):

$$\rho_i(\varphi) \cdot \cos \varphi = \frac{pr}{\sqrt{2}} + \frac{b_{\min}}{2}, \quad \varphi \in \left(-\frac{\pi}{4}, \frac{\pi}{4}\right), \quad (2)$$

де pr – ширина пропилу.

Однак, очевидно, що вона точно рівна

$${}_a b_i^{(1)} = \rho_i(\varphi) \sin(\varphi) = 2 \left(\frac{b_{\min}}{2}\right) = b_{\min}. \quad (3)$$

Ширина зовнішньої пласті першого від вершини сектора двобічно-клинообрізного пиломатеріалу ($g=1$) на кожному поперечному перетині ($i = \overline{0, N}$) сектора визначається з рівняння (4)

$$\rho_i(\varphi) \cdot \cos \varphi = \frac{pr}{\sqrt{2}} + \frac{{}_a b_i^{(1)}}{2} + (t_1 + \varepsilon c_{t_1}), \quad \varphi \in \left(-\frac{\pi}{4}, \frac{\pi}{4}\right), \quad (4)$$

і також є очевидною за попадання "верхньої" та "нижньої" частин зовнішньої пласті пиломатеріалу на обрізані площини сектора:

$${}_i b_i^{(1)} = {}_a b_i^{(1)} + 2(t_1 + \varepsilon c_{t_1}). \quad (5)$$

Позаяк у процесі розпилювання сектора на одному із наступних від вершини сектора пиломатеріалів ($g \geq 2$) може відбутися перехід пласті хоча б однієї дошки з обрізаних площин сектора (OM_i та OM_i^*) на його криволінійну зону, то спочатку визначаємо відстань від ЛРВ сектора до перпендикуляра, що обмежує перехід внутрішньої (d_a) та зовнішньої (d_b) пластей g -го пиломатеріалу на криволінійну зону сектора:

$$d_a = \frac{{}_a b_i^{(1)}}{2} + \frac{pr}{\sqrt{2}} + \sum_{s=1}^{g-1} ((t_s + \varepsilon c_{t_s}) + pr); \quad (6)$$

$$d_b = \frac{{}_a b_i^{(1)}}{2} + \frac{pr}{\sqrt{2}} - pr + \sum_{s=1}^g ((t_s + \varepsilon c_{t_s}) + pr). \quad (7)$$

Позначимо через $\varphi_{1a}^{(g)}, \varphi_{2a}^{(g)}$ ($\varphi_{1a}^{(g)} < 0 < \varphi_{2a}^{(g)}$) розв'язки рівняння

$$\rho_i(\varphi) \cdot \cos \varphi = d_a, \quad \varphi \in \left(-\frac{\pi}{4}, \frac{\pi}{4}\right), \quad (8)$$

і обчислимо ширину "верхньої" та "нижньої" частин внутрішньої пласті g -го пиломатеріалу залежно від попадання січної площини (площини пропилу) на обрізану площину чи криволінійну зону сектора, зокрема:

$${}_a b_i^{(g)} = \min \left(d_a - \frac{pr}{\sqrt{2}}, \rho_i(\varphi_{2a}^{(g)}) \sin(\varphi_{2a}^{(g)}) \right); \quad (9)$$

$${}_a b_i^{(g)} = \min \left(d_a - \frac{pr}{\sqrt{2}}, -\rho_i(\varphi_{1a}^{(g)}) \sin(\varphi_{1a}^{(g)}) \right). \quad (10)$$

Зазначимо, що у випадку відсутності розв'язків рівняння (8) покладемо $\varphi_{1a}^{(g)} = \varphi_{2a}^{(g)} = 0$, що відповідає випадку виходу січної площини за межі сектора на i -му поперечному перетині.

Аналогічно для рівняння

$$\rho_i(\varphi) \cdot \cos \varphi = d_b, \quad \varphi \in \left(-\frac{\pi}{4}, \frac{\pi}{4}\right). \quad (11)$$

Позначимо через $\varphi_{1b}^{(g)}, \varphi_{2b}^{(g)}$ ($\varphi_{1b}^{(g)} < 0 < \varphi_{2b}^{(g)}$) розв'язки рівняння (11) та обчислимо ширину "верхньої" та "нижньої" частин зовнішньої пласті g -го пиломатеріалу залежно від попадання січної площини (площини пропилу) на обрізану площину чи криволінійну зону сектора, зокрема:

$${}_3 b_i^{(g)} = \min \left(\rho_i(\varphi_{2b}^{(g)}) \sin(\varphi_{2b}^{(g)}), d_b - \frac{pr}{\sqrt{2}} \right); \quad (12)$$

$${}_3 b_i^{(g)} = \min \left(-\rho_i(\varphi_{1b}^{(g)}) \sin(\varphi_{1b}^{(g)}), d_b - \frac{pr}{\sqrt{2}} \right). \quad (13)$$

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

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

Тоді за розв'язками рівнянь (9) і (10) знайдемо ширину внутрішньої, а за розв'язками рівнянь (12) і (13) зовнішньої пластей бокових пиломатеріалів на i -му поперечному перетині:

$${}_a b_i^{(g)} = \chi \left({}_a b_i^{(g)} + {}_3 b_i^{(g)} \right); \quad (14)$$

$${}_3 b_i^{(g)} = \chi \left({}_a b_i^{(g)} + {}_3 b_i^{(g)} \right). \quad (15)$$

Максимальна кількість пиломатеріалів за розпилювання сектора на тангенціальні пиломатеріали визначається за формулою

$$G = \max \left\{ g \in \mathbb{N} : \frac{{}_a b_i^{(1)}}{2} + \frac{pr}{\sqrt{2}} + \sum_{s=2}^g ((t_s + \varepsilon c_{t_s}) + pr) \leq \max_{i=0, N} (\rho_i(0)) \right\}. \quad (16)$$

Алгоритм визначення довжини двобічно-клинообрізних та необрізних пиломатеріалів, випиляних із сектора, аналогічний як і у випадку визначення довжини бокових необрізних пиломатеріалів, випиляних із колоди розвальним способом [1].

Об'єм та об'ємний вихід двобічно-клинообрізних та необрізних пиломатеріалів із сектора обчислюється аналогічно підсумовуванням по $g = \overline{1, G}$, як і для варіанту розпилювання колоди розвальним способом на необрізні пиломатеріали [1].

Особливості математичної моделі розрахунку поставів (схем розпилювання) за обертання колоди навколо своєї осі на заданий кут. Розпилювання колоди паралельно ЛРВ секторним способом на тангенціальні пиломатеріали, як і розпилювання розвальним, розвальню-сегментним, брусо-розвальним та секторним на радіальні пиломатеріали способами паралельно ЛРВ [1-4], під кутом до неї [5] і паралельно твірним [6], підпорядковується

аналогічним закономірностям та передбачає розрахунок значної кількості варіантів конкретної схеми розпилювання за обертання колоди навколо своєї осі відносно схеми розпилювання (чи навпаки – за обертання схеми розпилювання навколо осі колоди). Технологічно вказані операції виконуються залежно від виду колодопиляльного обладнання, однак отримані результати розрахунку схем розпилювання – аналогічні, тому наведемо інформацію для варіанту обертання колоди навколо своєї осі відносно схеми розпилювання, який більш вживаний у виробничих умовах (рис. 2).

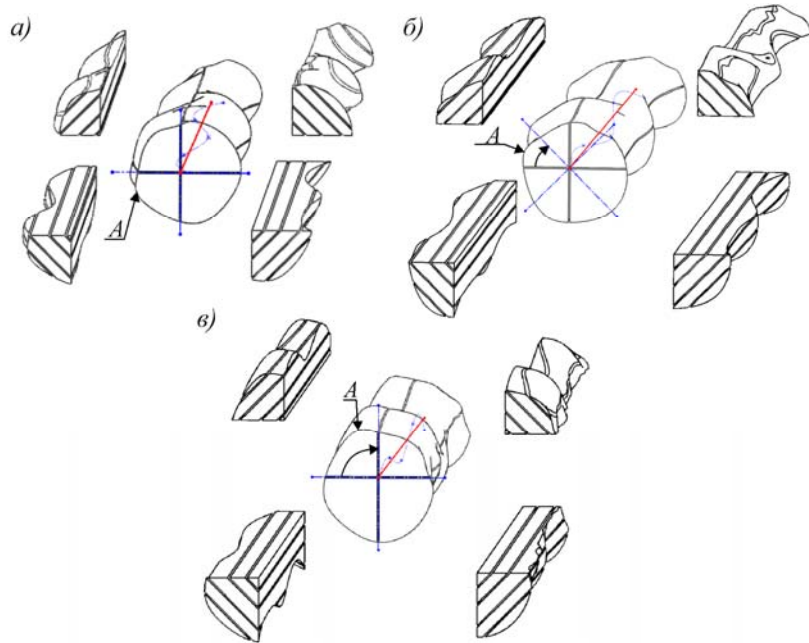


Рис. 2. Варіанти обертання колоди навколо своєї осі відносно схеми розпилювання: а) кут 0° , (початкове базування колоди); б) кут 45° ; в) кут 90°

Зазначимо, що для секторного способу розпилювання колоди паралельно її ЛРВ у випадку обертання колоди навколо своєї осі відносно схеми розпилювання (рис. 2) на кут $(90^\circ + \alpha)$, більший від прямого, за переходу схеми на наступний сектор, 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 , що вкладається у прямий кут $\left(\omega = \frac{\pi}{2M}\right)$.

Після кожного обертання 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 (2, 4, 8, 11, 16). Для цього у відзначені розрахункові рівняння до кута φ всіх аргументів $\rho_i(\varphi)$ потрібно додати фазовий доданок $m\omega$. У такому випадку формули (4) та (16), для прикладу, набудуть вигляду:

$$\rho_i(\varphi + m\omega) \cdot \cos \varphi = \frac{pr}{\sqrt{2}} + \frac{b_i^{(1)}}{2} + (t_1 + \nu c_{t_1}), \quad \varphi \in \left(-\frac{\pi}{4}, \frac{\pi}{4}\right); \quad (17)$$

$$G = \max \left\{ g \in N : \frac{g b_i^{(1)}}{2} + \frac{pr}{\sqrt{2}} + \sum_{s=2}^g ((t_s + \nu c_{t_s}) + pr) \leq \max_{i=0, N} (\rho_i(m\omega)) \right\}. \quad (18)$$

Фактично, перерахунок розмірних параметрів випиляних пиломатеріалів та їх об'єму за модифікованими розрахунковими формулами здійснюється для поворотів колоди навколо своєї осі (ЛРВ), 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 для колоди повернутої на 90° .

Модифікація наведеного алгоритму вирішення задачі моделювання розрізання сектора вертикальними січними площинами для його розрізання горизонтальними січними площинами полягає у врахуванні повороту системи відліку на 90° , і тому не складає труднощів для числової реалізації.

Потрібно зауважити, що для визначення об'єму (об'ємного виходу) пиломатеріалів, випиляних з колоди за її розпилювання секторним способом на тангенціальні пиломатеріали необхідно підсумувати об'єм (об'ємний вихід) пиломатеріалів, випиляних з усіх секторів. Зокрема, об'єм пиломатеріалів, випиляних з колоди визначається за формулою (19), а їх об'ємний вихід – за формулою (20):

$$V_n = \sum_{k=0}^3 \left(\sum_{g=1}^G V_n^{(g)} \right), \text{ м}^3; \quad (19)$$

$$P_n = \frac{100}{q} \sum_{k=0}^3 \left(\sum_{g=1}^G V_n^{(g)} \right), \%, \quad (20)$$

де $V_n^{(g)}$ – об'єм g -го пиломатеріалу, м^3 ; q – об'єм колоди, м^3 .

Висновки. Розроблено математичну модель розпилювання колод паралельно ЛРВ секторним способом на тангенціальні пиломатеріали, реалізація якої дасть змогу урахувати 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 двобічно-клинообрізних та необрізних 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 ефек-

тивний 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-сегментним способом на пиломатеріали з урахуванням її реальної форми / В.О. Маєвський, А.Я. Вус, Р.І. Мацюк // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2012. – Вип. 22.6. – С. 362-371.
3. Маєвський В.О. Моделювання розпилювання колоди брусом-розвальним способом на пиломатеріали з урахуванням її реальної форми / В.О. Маєвський, А.Я. Вус // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2012. – Вип. 22.7. – С. 322-332.
4. Маєвський В.О. Моделювання розпилювання колоди секторним способом на радіальні пиломатеріали з урахуванням її реальної форми / В.О. Маєвський, А.Я. Вус, В.М. Максимів // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2012. – Вип. 22.9. – С. 297-306.
5. 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.
6. 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. 106-113.
7. 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.
8. Маєвський В.О. Вдосконалення розкряю букової пиловочної сировини на пилопродукцію : дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.05.07 – Машини та процеси лісівничого комплексу. – Львів, 2000. – 284 с.
9. Носовський Т.А. Технологія лісопилно-деревообробних виробництв : навч. посібн. / Т.А. Носовський, Р.І. Мацюк, В.В. Маслій. – К. : НМК ВО, 1993. – 196 с.

Маєвський В.О., Вус А.Я. Моделирование процесса распиловки бревна секторным способом на тангенциальные пиломатериалы с учетом его реальной формы

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

Ключевые слова: бревно, сектор, распиловка, секторный способ, моделирование, математическая модель, постав (схема распиловки), линейная регрессионная ось, пиломатериал тангенциальной распиловки (тангенциальный пиломатериал), вращение бревна.

Mayevskyy V.O., Vus A.Ya. Simulation of log sawing by sector method into plain sawn lumber with consideration of real log shape

Mathematical model of log sawing to parallel of linear regressive axis by sector method into plain sawn 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 for log (sectors) 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, sector, sawing, sector method, simulation, mathematical model, sawing pattern, linear regressive axis, plain sawn lumber, rotation of log.

УДК 697.92

*Доц. В.М. Желих, канд. техн. наук;
аспір. Ю.В. Фурдас – НУ "Львівська політехніка"*

ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ГЕОМЕТРИЧНИХ ФОРМ І РОЗМІРІВ БІОРЕАКТОРА

Виконано аналіз існуючих геометричних форм побутових біореакторів. Встановлено залежності площі зовнішнього захищення від габаритних розмірів та форм метантенка. Запропоновано раціональну форму резервуара побутової біогазової установки. Результати досліджень представлено у графічній інтерпретації та у вигляді таблиці.

Ключові слова: біогазова установка, метантенк, біогаз, анаеробне бродіння, резервуар.

Актуальність дослідження. В Україні є дуже великі резерви для розвитку біогазових технологій. У фермерських та домашніх господарствах завжди є відходи великої рогатої худоби, свиней, птиці, а також відходи рослинного походження. Найефективнішим способом їх утилізації є переробка в біогазових установках (БГУ) з отриманням біогазу та високоякісних органічних добрив. Принцип роботи біогазової установки (БГУ) засновано на біологічних процесах бродіння та розкладання органічних речовин під впливом метаноутворювальних бактерій в анаеробних умовах, які характеризуються відсутністю вільного кисню, високою вологістю і певною температурою середовища [5].

Біогазовий реактор – основа будь-якої біогазової установки, тому до його конструкції прийнято досить жорсткі вимоги. Корпус біогазового реактора повинен бути досить міцним за абсолютної його герметичності. Обов'язковою вимогою є надійність теплоізоляції стінок та їх властивість протистояти корозії. При цьому необхідно передбачити можливість завантаження і вивантаження біореактора органічною масою, а також доступ до його внутрішнього простору для обслуговування [3].

За конструктивними особливостям біогазові установки можуть бути одно- та багатореакторні. Багатореакторні установки дають змогу досягнути безперервного циклу бродіння та мають велику продуктивність, що забезпечує потреби великого господарства біогазом. Основу біогазових установок – метантенки – розрізняють за формою, а саме: циліндричні, кулеподібні, кубічні, у вигляді паралелепіпеда (рис. 1).