

Табл. 2. Коефіцієнт робочого часу (Н), визначений за методом віртуальних пар (ВП), основного розрахунку (ОР) та імітаційного моделювання (ІМ)

Стабільність	Місткість	Кількість послідовних фаз, а									
		5		10		20		50		100	
К	М	ІМ	ВП	ІМ	ВП	ОР	ВП	ОР	ВП	ОР	ВП
1	0	0,516	0,516	0,572	0,572	0,599	0,600	0,623	0,617	0,629	0,621
	1	0,406	0,398	0,455	0,445	0,453	0,468	0,467	0,481	0,471	0,484
	2	0,322	0,322	0,350	0,363	0,362	0,382	0,373	0,393	0,377	0,395
	5	0,198	0,206	0,230	0,233	0,226	0,245	0,233	0,252	0,235	0,253
	10	0,143	0,128	0,165	0,145	0,139	0,153	0,143	0,157	0,145	0,158
5	0	0,318	0,319	0,358	0,358	0,358	0,378	0,368	0,388	0,372	0,390
	1	0,182	0,165	0,200	0,186	0,180	0,197	0,185	0,202	0,187	0,202
	2	0,120	0,111	0,130	0,126	0,120	0,133	0,124	0,136	0,125	0,136
	5	0,059	0,056	0,070	0,064	0,060	0,067	0,062	0,069	0,063	0,069
	10	0,025	0,031	0,041	0,035	0,033	0,037	0,034	0,038	0,034	0,038
20	0	0,185	0,184	0,213	0,208	0,202	0,220	0,208	0,225	0,210	0,226
	1	0,062	0,058	0,077	0,066	0,062	0,070	0,064	0,071	0,065	0,071
	2	0,036	0,035	0,046	0,039	0,037	0,041	0,038	0,042	0,038	0,042
	5	0,020	0,016	0,020	0,018	0,017	0,019	0,017	0,019	0,017	0,019
	10	0,010	0,010	0,007	0,010	0,009	0,010	0,009	0,010	0,009	0,010
100	0	0,090	0,090	0,105	0,101	0,097	0,107	0,099	0,110	0,100	0,110
	1	0,016	0,014	0,020	0,016	0,015	0,017	0,016	0,018	0,016	0,018
	2	0,009	0,008	0,010	0,009	0,008	0,010	0,009	0,010	0,009	0,010
	5	0,004	0,003	0,005	0,004	0,003	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
	10	0,001	0,002	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002

Література

1. Автоматические линии в машиностроении: Справочник. В 3-х т./ А.И. Дашенко (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1984.
2. Елементи теорії автоматичних ліній/ Д.Л. Дудюк, Л.Д. Загвойська, В.М. Максимів, Л.Я. Сорока. – Київ-Львів: ІЗМН, 1998. – 192 с.
3. Дудюк Д.Л., Загвойська Л.Д. Оцінка й елімінування втрат робочого часу в автоматизованих системах деревообробного виробництва. – Львів: "Панорама", 2003. – 140 с.
4. Дудюк Д.Л., Загвойська Л.Д. Оцінка накладених втрат робочого часу в послідовних системах методом віртуальних пар/ Лісівнича академія наук України: Наукові праці. – Львів: УкрДІТУ. – 2005, вип. 3. – С. 35-40.
5. Дудюк Д.Л., Загвойская Л.Д., Мысык М.М. Оценка наложения потерь рабочего времени в последовательных системах методом виртуальных пар/ Актуальные проблемы лесного комплекса: Сб. научн. трудов. – Брянск, 2003.
6. Gershwin S.B. Manufacturing systems engineering/ – Prentice Hall, 1994. – 501 p.

УДК 674.09

Доц. Ю.І. Грицюк, канд. техн. наук;
магістрант С.І. Яцишин – НЛТУ України

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ СХЕМ РОЗКРОЮ КОЛОД НА ТАНГЕНТАЛЬНІ ПИЛОМАТЕРІАЛИ

Запропоновано методику визначення оптимальних схем розкрою сектора колоди на тангентальні пиломатеріали. Розроблено математичну модель і відповідне програмне забезпечення, які дають змогу автоматизувати процес розрахунку оптимальних товщин тангентальних пиломатеріалів, що уможливило створення системи автоматизованого регулювання (САР) процесом розкрою колод на спеціальні пиломатеріали з використанням стрічкопилкового обладнання.

Determination of optimum charts of cutting out of logs on tangential saw-timbers

The method of determination of optimum charts of cutting out of sector of log is offered on tangential saw-timbers. A mathematical model and proper software, which enable to automatize the process of calculation of optimum thicknesses of tangential saw-timbers, is developed, that does possible creation of the system of the automated adjusting (SAA) by the process of cutting out of logs on the special saw-timbers with the use of band cutting equipment out.

Постановка завдання

Тангентальна пилопродукція дедалі частіше використовується деревообробними підприємствами для виготовлення різних виробів [2]. Наприклад, для сучасних столярно-будівельних виробів використовують тришарові клеєні бруси, в яких зовнішні шари – заготовки, виготовлені з високоякісних пиломатеріалів радіального випилювання, а внутрішній шар – тангентального випилювання середньої чи низької якості. Застосування таких тришарових брусів дає змогу, насамперед, значно ефективніше використовувати дорогу та якісну сировину, а також уникнути жолоблення у процесі їх експлуатації. Пилопродукція тангентального випилювання широко використовується й у меблевому виробництві (внутрішнє заповнення рамкових конструкцій – тахлі), а також для виготовлення музичних інструментів і ін. Традиційно для виготовлення тангентальних пиломатеріалів використовують секторний спосіб розкрою колод. Однак низький вихід таких пиломатеріалів призводить до того, що собівартість процесу їх виготовлення є значно вищою, аніж пиломатеріалів загального призначення.

Як зазначалось у роботі [1], питання розроблення математичної моделі для визначення оптимальних схем розкрою колод секторним способом на радіальні та тангентальні пиломатеріали на цей час є актуальним і може мати широке застосування для прогнозування специфікаційного виходу пилопродукції. Оскільки у роботі [2] було запропоновано методику визначення оптимальних схем розкрою сектора колоди на радіальні пиломатеріали, то у цій роботі спробуємо використати цю методику для визначення оптимальних товщин тангентальних пиломатеріалів.

Водночас, розроблення комплексної математичної моделі і відповідного програмного забезпечення для визначення оптимальних схем розкрою колод на тангентальні пиломатеріали дасть змогу автоматизувати процес розрахунку оптимальних товщин і ширин пиломатеріалів. Усе це уможливить створення системи автоматизованого регулювання (САР) процесом розкрою колод на спеціальні пиломатеріали з використанням стрічкопилкового обладнання. Доцільність створення такої САР пояснюється тим, що вона, насамперед, дає змогу мінімізувати витрати сировини, а, як відомо, вартість сировини в собівартості процесу виготовлення пиломатеріалів становить до 75-80 %.

Як і у роботі [2], для виконання відповідних розрахунків за твірну контуру вершинного торця колоди приймемо еліпс, який в загальному випадку описується таким канонічним рівнянням:

$$\left(\frac{x}{a_e}\right)^2 + \left(\frac{y}{b_e}\right)^2 = 1, \quad (1)$$

де a_e , b_e – відповідно велика і мала півосі еліпса.

Методика визначення оптимальних схем розкрою сектора колоди на тангентальні пиломатеріали

На рис.1 показано схему розкрою сектора колоди на тангентальні пиломатеріали. Позначимо площу поперечного перерізу двосторонньо обрізної дошки з припуском на її всихання по товщині через F_{abcd} і площу частини поперечного перерізу сектора, використаного для отримання цієї дошки з врахуванням ширини пропилу, через F_{ABCD} . Тоді максимальну ефективність використання частини поперечного перерізу сектора можна визначити за такою формулою [3]:

$$E_b = \frac{F_{abcd}}{F_{ABCD}} \rightarrow \max. \quad (2)$$

У процесі складання схем розкрою колоди на тангентальні пиломатеріали торець дошки може займати три положення відносно зон сектора (рис. 1): у межах трикутної зони; на межі переходу з трикутної до сегментної зони; у межах сегментної зони.

Дошка знаходиться у межах трикутної зони сектора. Згідно з рис.1, дійсну площу поперечного перерізу двосторонньо обрізної дошки можна визначити за такою формулою

$$F_{abcd} = m \cdot S, \quad (3)$$

де: m – товщина дошки з припуском на всихання; S – половина ширини дошки. Для першої дошки її мінімальна ширина задається, наприклад, $2S = 100$ мм.

Кут між віссю абсцис і прямою OK визначається за такою формулою:

$$\alpha = 90 - \frac{\gamma}{2}, \quad (4)$$

де γ – центральний кут сектора: для 4 секторів – $\gamma = 90^\circ$; для 6 секторів – $\gamma = 60^\circ$; для 8 секторів – $\gamma = 45^\circ$.

За заданою мінімальною шириною дошки $2S$ визначаємо відстань від центра внутрішнього ребра сектора до внутрішньої пласті дошки.

$$A_{BH} = S \cdot \operatorname{ctg} \alpha. \quad (5)$$

Згідно з рис. 1, дійсну площу частини поперечного перерізу сектора, яку використано для отримання двосторонньо обрізної дошки з врахуванням ширини пропилу, можна визначити за такою формулою

$$F_{ABCD} = \operatorname{tg} \alpha \int_{A_i}^{B_i} x dx = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{2} x^2 \Big|_{A_i}^{B_i}, \quad (6)$$

де A_i , B_i – відповідно нижня і верхня межі інтегрування, які у процесі виконання розрахунків набувають таких значень:

$$A_i = a' + A_{BH} + -\frac{t}{2}; B_i = a' + A_{BH} + m + \frac{t}{2}. \quad (7)$$

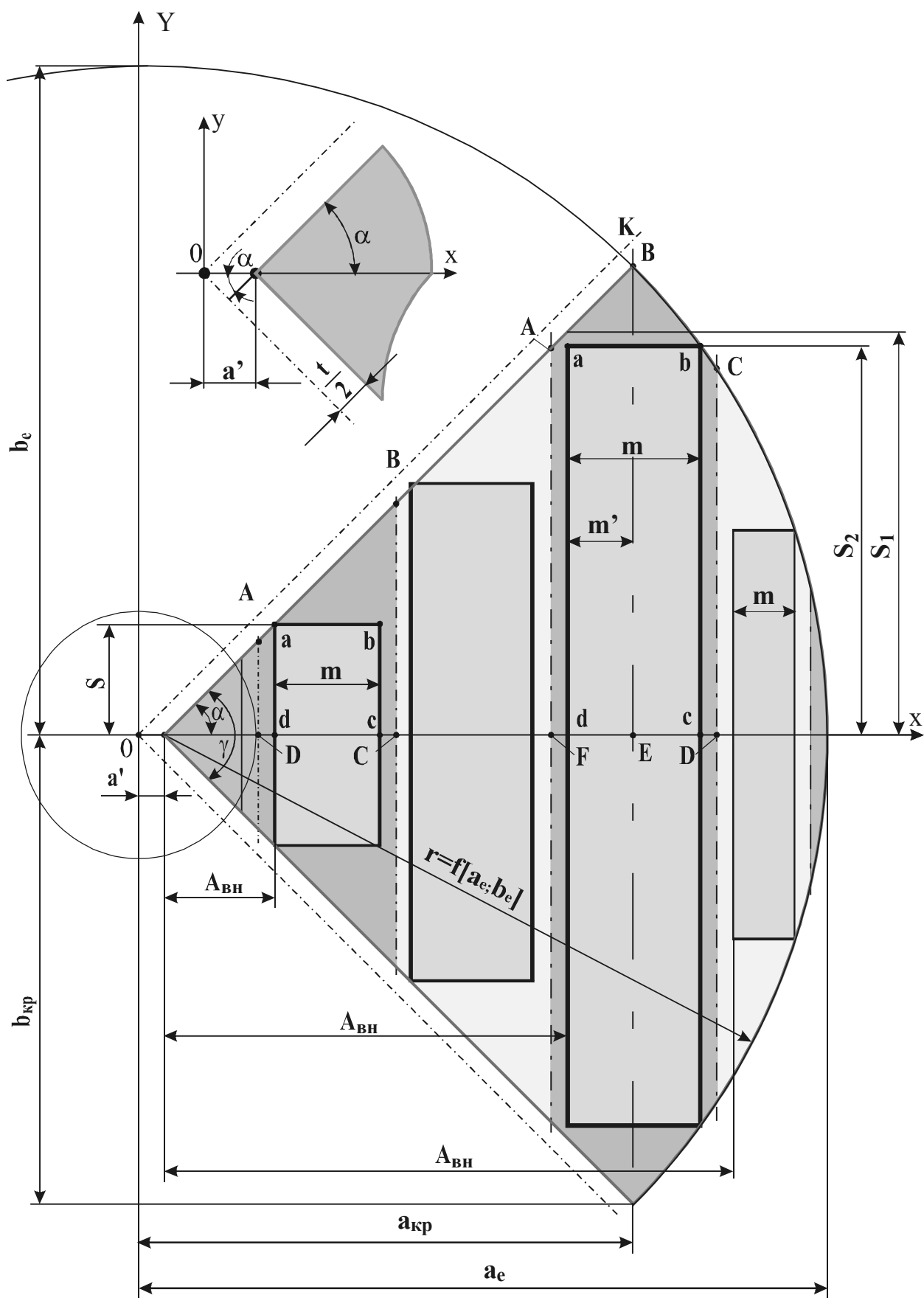


Рис. 1. Схема визначення оптимальних товщин тангентальних пиломатеріалів

Відстань від центра торця колоди до внутрішнього ребра сектора, утвореного його двома суміжними пластами, визначити за такою формулою:

$$a' = \frac{t/2}{\cos \alpha}, \quad (8)$$

Тоді дійсну площу частини поперечного перерізу сектора, яку використано для отримання двосторонньо обрізної дошки з врахуванням ширини пропилу, можна визначити за такою формулою:

$$F_{ABCD} = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{2} (B_i^2 - A_i^2). \quad (9)$$

Задавшись необхідними початковими даними та провівши потрібні розрахунки відповідно до наведеної вище методики з різними стандартними товщинами пиломатеріалів, за формулою (2) можна отримати різні значення ефективностей використання частини поперечного перерізу сектора. За максимальним значенням цих ефективностей приймається оптимальна товщина двосторонньо обрізної дошки. Розглянемо конкретний приклад розрахунку.

Приклад 1. Нехай задано колоду хвойної породи, діаметри вершинного торця якої у двох вимірах становлять відповідно $d_1 = 40$ см і $d_2 = 44$ см. З використанням стрічкопилкового обладнання колода розпилюється на 4 сектори, а сектори розрізаються на тангентальні пиломатеріали стандартних товщин [4, с. 14]. Товщина пропилу становить 2,8 мм, а мінімальна ширина дошки 100 мм. Необхідно знайти оптимальні товщини двосторонньо обрізних дощок для бокового і вертикального секторів за умови, що перетин осей координат пропилів збігається з центром вершинного торця колоди.

Згідно з умовою задачі, половина горизонтальної осі еліпса становить $a_e = 200$ мм, а половина вертикальної осі – $b_e = 220$ мм. Оскільки колода розпилюється на 4 сектори, то $\alpha = 45^\circ$. Окрім того, відстань від центра внутрішнього ребра сектора до внутрішньої пласті дошки – $A_{вн} = 50,0$ мм, відстань від центра торця колоди до внутрішнього ребра сектора – $a' = 1,98$ мм, а нижня межа інтегрування – $A_i = 50,58$ мм. Відповідно до цих початкових результатів розрахунку спробуємо виконати і всі інші розрахунки, результати яких доцільно звести у відповідну табл. 1.

Табл. 1. Визначення ефективності використання частини поперечного перерізу бокового сектора з вершинного торця колоди для дошки, що знаходиться у межах трикутної зони сектора

m_c , мм	Δy , мм	m , мм	F_{abcd} , мм ²	B_i , мм	F_{ABCD} , мм ²	E_b
13	0,8	13,8	690,0	67,2	977,4	0,706
16	0,9	16,9	845,0	70,3	1190,5	0,710
19	1,0	20,0	1000,0	73,4	1413,1	0,708
22	1,2	23,2	1160,0	76,6	1653,1	0,702
25	1,3	26,3	1315,0	79,7	1895,3	0,694
32	1,6	33,6	1680,0	87,0	2503,6	0,671
40	2,0	42,0	2100,0	95,4	3269,5	0,642
45	2,2	47,2	2360,0	100,6	3779,0	0,625
50	2,4	52,4	2620,0	105,8	4315,5	0,607

Примітка: m_c – стандартна товщина дошки; Δy – припуск на висушування хвойних пиломатеріалів до вологості 8-10 %

Аналізуючи отримані результати розрахунку, бачимо, що найбільшу, тобто оптимальну ефективність використання частини поперечного перерізу бокового сектора вершинного торця колоди, отримано для дошки товщиною 16 мм, яка становить $E_{max} = 0,710$. Однак у раціональну схему розкрою можна вносити дошки з товщинами 13 і 19 мм, бо значення їхніх показників E_b знаходяться у найближчому околі E_{max} .

Зрозуміло, що для вертикального сектора трикутної його зони, отримані результати розрахунку будуть аналогічними як і для бокового сектора.

Дошка знаходиться на межі переходу з трикутної до сегментної зони сектора. У цьому випадку на кожному етапі залучення у розрахунок поточної товщини дошки визначається її ширина. Оскільки дошка знаходиться на межі переходу з трикутної у сегментну зону, то, як видно з рис.1, дошка може мати дві ширини, які попадають на трикутну S_1 і сегментну S_2 зони. Щоб отримати двосторонньо обрізну дошку, для подальших розрахунків з двох ширин приймають мінімальну.

Для трикутної зони сектора ширина дошки обчислюється за такою формулою:

$$S_1 = A_{BH} \cdot \operatorname{ctg} \alpha. \quad (10)$$

Для сегментної зони сектора ширина дошки обчислюється за такою формулою:

$$S_2 = f_{TK}[(a' + A_{BH} + m); a_e; b_e], \quad (11)$$

де $f_{TK}[x; a_e; b_e]$ – функція, яка відтворює твірну контура вершинного торця колоди. Для еліпса, згідно з формулою (1), ця функція має такий вигляд:

$$f_{TK}[x; a_e; b_e] = b_e \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{x}{a_e}\right)^2}, \quad (12)$$

де x – поточне значення абсциси осі еліпса.

Тоді дійсна площа поперечного перерізу двосторонньо обрізної дошки визначається за такою формулою:

$$F_{abcd} = m \cdot \min\{S_1; S_2\}, \quad (13)$$

де $\min\{S_1; S_2\}$ – функція, яка визначає мінімальне значення серед вхідних аргументів.

Згідно з рис.1, дійсну площу частини поперечного перерізу сектора, яку використано для отримання двосторонньо обрізної дошки з врахуванням ширини пропилу, можна визначити за такою формулою:

$$F_{ABCD} = F_{ABEF} + F_{BCDE}. \quad (14)$$

У формулі (14) F_{ABEF} – дійсна площа частини поперечного перерізу сектора, яку використано для отримання двосторонньо обрізної дошки з трикутної його частини визначається за такою формулою:

$$F_{ABEF} = \operatorname{tg} \alpha \int_{A_i}^{B_i} x dx = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{2} x^2 \Big|_{A_i}^{B_i} = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{2} (B_i^2 - A_i^2), \quad (15)$$

де $A_i = a' + A_{\text{вн}} - \frac{t}{2}$, $B_i = a_{\text{кр}}$ – нижня і верхня межі інтегрування.

Тоді ширина дошки, яка буде припадати на трикутну зону сектора, визначається за такою формулою:

$$m' = a_{\text{кр}} - (a' + A_{\text{вн}}). \quad (16)$$

Для визначення $a_{\text{кр}}$ і $b_{\text{кр}}$ використовують такі співвідношення:

$$a_{\text{кр}} = a' + b_{\text{кр}} \cdot \operatorname{tg} \alpha, \quad (17)$$

або

$$a_{\text{кр}} = a_e \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{b_{\text{кр}}}{b_e} \right)^2}. \quad (18)$$

Звідси

$$a' + b_{\text{кр}} \cdot \operatorname{tg} \alpha = a_e \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{b_{\text{кр}}}{b_e} \right)^2} \Rightarrow a' + b_{\text{кр}} \cdot \operatorname{tg} \alpha - a_e \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{b_{\text{кр}}}{b_e} \right)^2} = 0. \quad (19)$$

Розв'язавши спочатку нелінійне рівняння (19) будь-яким з ітераційних методів (наприклад, золотого перерізу чи Фібоначчі) визначається $b_{\text{кр}}$, а потім, з використанням виразу (17) чи (18), визначається $a_{\text{кр}}$.

Для розглянутого прикладу і для різних секторів ці показники набудуть таких значень:

- для вертикального сектора: $a_{\text{кр}} = 141,42 \text{ мм}$; $b_{\text{кр}} = 140,44 \text{ мм}$;
- для бокового сектора: $a_{\text{кр}} = 155,56 \text{ мм}$; $b_{\text{кр}} = 154,58 \text{ мм}$.

У формулі (14) F_{BCDE} – дійсна площа частини поперечного перерізу сектора, яку використано для отримання двосторонньо обрізної дошки з сегментної його частини визначається за такою формулою:

$$F_{\text{BCDE}} = \int_{A_i}^{B_i} f_{\text{тк}}[x; a_e; b_e] dx, \quad (20)$$

де $A_i = a_{\text{кр}}$, $B_i = a' + A_{\text{вн}} + m + \frac{t}{2}$ – відповідно нижня і верхня межі інтегрування.

Підінтегральну функцію у формулі (20), яка відтворює твірну контура вершинного торця колоди, наведено у формулі (12). Для обчислення означеного інтегралу можна використати формулу трапецій чи Сімпсона з постійним кроком інтегрування, наприклад, в 1 мм.

Тепер спробуємо застосувати наведену вище методику для розрахунку оптимальних товщин дощок, які знаходяться на межі переходу з трикутної до сегментної зони сектора. Постановку завдання використаємо з прикл. 1.

Як і в попередньому випадку, згідно з умовою задачі, половина горизонтальної осі еліпса становить $a_e = 200 \text{ мм}$, а половина вертикальної осі – $b_e = 220 \text{ мм}$, $\alpha = 45^\circ$, $a' = 1,98 \text{ мм}$. Стосовно цього завдання попередні розрахунки будуть такими: $A_{\text{вн}} = 145,0 \text{ мм}$; $S_1 = 145,0 \text{ мм}$; $m' = 8,6 \text{ мм}$; $F_{\text{ABEF}} = 1197,2 \text{ мм}$. А остаточні результати розрахунку наведено у табл. 2.

Табл. 2. Визначення ефективності використання частини поперечного перерізу бокового сектора з вершинного торця колоди для дошки, що знаходиться на межі переходу з трикутної до сегментної зони сектора

m_c , мм	Δy , мм	m , мм	S_2 , мм	F_{abcd} , мм ²	B_i , мм	F_{BCDE} , мм ²	F_{ABCDEF} , мм ²	E_b
13	0,8	13,8	130,8	1805,7	162,2	883,9	2081,1	0,868
16	0,9	16,9	126,1	2131,2	165,3	1275,5	2472,8	0,862
19	1,0	20,0	121,1	2421,8	168,4	1651,7	2848,9	0,850
22	1,2	23,2	115,6	2681,3	171,6	2022,6	3219,8	0,833
25	1,3	26,3	109,9	2889,2	174,7	2364,0	3561,2	0,811
32	1,6	33,6	94,6	3177,5	182,0	3090,0	4287,3	0,741
40	2,0	42,0	72,0	3024,8	190,4	3762,2	4959,4	0,610
45	2,2	47,2	52,7	2486,8	195,6	4060,7	5257,9	0,473

Тепер спробуємо виконати відповідні розрахунки для вертикального сектора, для якого попередні розрахунки будуть такими: $A_{BH} = 135,0$ мм; $S_1 = 135,0$ мм; $m_i = 4,4$ мм; $F_{ABEF} = 797,5$ мм. Остаточні результати розрахунку наведемо у табл. 3.

Табл. 3. Визначення ефективності використання частини поперечного перерізу вертикального сектора з вершинного торця колоди для дошки, що знаходиться на межі переходу з трикутної до сегментної зони сектора

m_c , мм	Δy , мм	m , мм	S_2 , мм	F_{abcd} , мм ²	B_i , мм	F_{BCDE} , мм ²	F_{ABCDEF} , мм ²	E_b
13	0,8	13,8	145,6	1863,0	152,2	1602,1	2399,6	0,776
16	0,9	16,9	142,9	2281,5	155,3	2045,6	2843,1	0,802
19	1,0	20,0	140,1	2700,0	158,4	2480,4	3277,9	0,824
22	1,2	23,2	137,1	3132,0	161,6	2919,7	3717,2	0,843
25	1,3	26,3	134,0	3525,2	164,7	3335,7	4133,1	0,853
32	1,6	33,6	126,3	4243,8	172,0	4275,5	5072,9	0,837
40	2,0	42,0	116,3	4884,6	180,4	5281,1	6078,6	0,804
45	2,2	47,2	109,4	5163,0	185,6	5858,4	6655,8	0,776
50	2,4	52,4	101,8	5333,4	190,8	6396,9	7472,4	0,714

Проаналізувавши отримані результати розрахунку, бачимо, що оптимальні ефективності використання частин поперечного перерізу бокового чи вертикального сектора вершинного торця колоди отримано для дошок з товщинами 13 і 25 мм, які становлять відповідно 0,868 і 0,853. Однак у раціональну схему розкрою можна вносити дошки з товщинами 16 мм для бокового і 22 та 32 мм для вертикального секторів, бо значення їхніх показників E_b знаходяться у найближчому okolí E_{max} .

Дошка знаходиться в межах сегментної зони сектора. Дійсну площу поперечного перерізу двосторонньо обрізної дошки, що знаходиться в сегментній зоні, можна визначити за такою формулою:

$$F_{abcd} = m \cdot f_{TK}[(a' + A_{BH} + m); a_e; b_e]. \quad (21)$$

Дійсну площу частини поперечного перерізу сектора, яку використано для отримання двосторонньо обрізної дошки з врахуванням ширини пропилу, можна визначити за такою формулою:

$$F_{ABCD} = \int_{A_i}^{B_i} f_{TK}[x; a_e; b_e] dx, \quad (22)$$

де $A_i = a' + A_{BH} - \frac{t}{2}$, $B_i = a' + A_{BH} + m + \frac{t}{2}$ – відповідно нижня і верхня межі інтегрування.

У виразі (23) функція, яка відтворює твірну контуру вершинного торця колоди, обчислюється за формулою (12).

Тепер спробуємо застосувати наведену вище методику для розрахунку оптимальних товщин дощок, які знаходяться у межах сегментної зони сектора. Постановку завдання використаємо з прикл.1, тільки додамо ту обставину, що дана дошка знаходиться зразу ж за дошкою, яку було визначено у попередньому прикладі. Згідно з умовою задачі, половина горизонтальної осі еліпса становить $a_e = 200$ мм, $b_e = 220$ мм, $\alpha = 45^\circ$, $a' = 1,98$ мм. З огляду на те, що у попередньому прикладі за результатами виконаних розрахунків дошки мали оптимальну товщину 13 мм для бокового і 25 мм для вертикального сектора, то стосовно цього завдання попередні розрахунки будуть такі: $A_{BH} = 161,6$ мм, $A_i = 162,2$ мм – для бокового, $A_{BH} = 164,1$ мм, $A_i = 164,7$ мм – для вертикального секторів. Відповідно до цих початкових результатів розрахунку спробуємо виконати і всі інші розрахунки для двох секторів, результати яких зведемо у табл. 4 і 5.

Табл. 4. Визначення ефективності використання частини поперечного перерізу бокового сектора з вершинного торця колоди для дошки, що знаходиться у межах сегментної зони сектора

m_c , мм	Δy , мм	m , мм	S_2 , мм	F_{abcd} , мм ²	B_i , мм	F_{ABCD} , мм ²	E_B
13	0,8	13,8	101,6	1402,5	179,4	1959,0	0,716
16	0,9	16,9	94,8	1602,1	182,5	2249,7	0,712
19	1,0	20,0	87,3	1746,0	185,6	2516,8	0,694
22	1,2	23,2	78,7	1824,9	188,8	2764,7	0,660
25	1,3	26,3	69,1	1817,2	191,9	2974,2	0,611
32	1,6	33,6	36,8	1237,0	199,2	3301,0	0,375

Табл.5. Визначення ефективності використання частини поперечного перерізу вертикального сектора з вершинного торця колоди для дошки, що знаходиться у межах сегментної зони сектора

m_c , мм	Δy , мм	m , мм	S_2 , мм	F_{abcd} , мм ²	B_i , мм	F_{ABCD} , мм ²	E_B
13	0,8	13,8	115,1	1589,0	181,9	2113,5	0,752
16	0,9	16,9	111,0	1876,5	185,0	2455,9	0,764
19	1,0	20,0	106,7	2133,9	188,1	2784,6	0,766
22	1,2	23,2	101,9	2364,9	191,3	3108,9	0,761
25	1,3	26,3	97,0	2551,7	194,4	3407,4	0,749
32	1,6	33,6	84,0	2820,8	201,7	4042,9	0,698
40	2,0	42,0	64,9	2727,5	210,1	4633,0	0,589
45	2,2	47,2	49,1	2315,4	215,3	4897,8	0,473
13	0,8	13,8	115,1	1589,0	181,9	2113,5	0,752

Аналізуючи отримані результати, можна зробити таке припущення: для максимального використання деревної сировини в постав, що стосується трикутної зони, потрібно вносити першими дошки більшої товщини, а в сегментну зону – дошки меншої товщини. Однак це припущення не завжди може

відповідати дійсності, позаяк кінцеві результати залежать тільки від конкретних розмірів торця колоди, товщин дощок, кількості секторів та інших чинників, у тому числі і товщини пропилю. Тільки конкретні розрахунки за допомогою розробленого програмного забезпечення дають змогу зробити обґрунтовані висновки і прийняти виважені управлінські рішення.

Висновок

Запропоновано методику визначення оптимальних схем розкрою сектора колоди на тангентальні пиломатеріали, яка базується на максимальній ефективності використання частини поперечного перерізу торця сектора для виготовлення обрізної дошки. Розроблено математичну модель і відповідне програмне забезпечення, які дають змогу автоматизувати процес розрахунку оптимальних товщин тангентальних пиломатеріалів, що уможливорює створення САР процесом розкрою колод на спеціальні пиломатеріали з використанням стрічкопилкового обладнання.

Література

1. Грицюк Ю.І., Яцишин С.І. Визначення оптимальних схем розкрою колод на радіальні пиломатеріали// Наук. вісник УкрДЛТУ: Зб. наук.-техн. праць. – Львів: УкрДЛТУ. – 2005, вип. 15.3. – С. 115-125. .
2. Масвський В.О. Математична модель розпилювання колод на радіальні пиломатеріали секторним способом// Наук. вісник УкрДЛТУ: Зб. наук.-техн. праць. – Львів: УкрДЛТУ. – 1998, вип. 8. – С. 116-121.
3. Титков Г.Г. Основы теории максимальных поставов// Механическая обработка древесины. – М., 1939, № 2-3.
4. Аксёнов П.П., Макарова Н.С., Прохоров И.К., Тюкина Ю.П. Технология пиломатериалов/ Учебн. для вузов. Изд. 2-е, переработ. и доп. – М.: Лесн. пром-сть, 1976. – 480 с.

УДК 674.047

*Проф. Я.І. Соколовський, д-р техн. наук;
аспір. А.В. Бакалець – НЛТУ України*

ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДЕФОРМАЦІЙНО-РЕЛАКСАЦІЙНИХ І ТЕПЛОМАСООБМІННИХ ПОЛІВ У ВИСУШУВАНІЙ ДЕРЕВИНІ МЕТОДОМ СКІНЧЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Запропоновано застосування методу скінченних елементів для послідовного розв'язування двох двовимірних задач. Перша задача моделює зміну температурно-вологісних полів у деревині у процесі сушіння. Друга задача враховує результати обчислень першої задачі та моделює розподіл деформаційно-релаксаційних полів, що виникли внаслідок зміни температури та вмісту вологи. Обидві задачі враховують анізотропну та нелінійну залежність фізико-механічних властивостей деревини від потенціалів тепломасоперенесення.

Prof. Ya.I. Sokolovsky; doctorate A.V. Bakalets – NUFWT of Ukraine

The Numerical Modeling of the Deformation-Relaxation and Heat-Mass Exchange Fields in Drying Wood by Finite Elements Method

We have proposed an application of finite elements method for solving two 2D problems. The first problem is a model of alteration of transient temperature and humidity fields in the process of wood drying. The second problem takes into account the computation of