

Наявність максимумів (рис. 11) для модельного термоградієнтного коефіцієнта δ_m вказує на правильність емпіричних наближень, в основному, враховуючи перенесення вологи в адсорбованій і пароповітряній фазах.

На наш погляд, деякі емпіричні залежності потребують уточнення.

Література

1. **Лыков А.В.** Теория сушки. – М.: Энергия, 1986. – 470 с.
2. **Шубин Г.С.** Сушка и тепловая обработка древесины. – М.: Лесн. пром-сть, 1990. – 236 с.
3. **Билей П.В.** Сушка древесины твердых лиственных пород. – М.: Экология, 2002. – 223 с.
4. **FPL. 1999. Wood handbook**-Wood as an engineering material. Gen. Tech. Rep. FPL-GTR-113. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. 463 pp.
5. **Siau, J. F. 1995.** Wood: influence of moisture on physical properties. Department of Wood Science and Forest Products Virginia Polytechnic Institute and State University. 227pp.

УДК 674.09

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

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ СХЕМ РОЗКРОЮ КОЛОД НА РАДІАЛЬНІ ПИЛОМАТЕРІАЛИ

Запропоновано методику розрахунку оптимальних схем розкрою колод на пиломатеріали за критерієм, що характеризує ефективність використання торця колоди. Це дає змогу обчислити оптимальні товщини дощок для секторного способу розкрою колод на радіальні пиломатеріали. Проведені розрахунки за розробленою математичною моделлю дають результати, придатні для подальшого використання у виробничих умовах.

Doc. Yu.I. Gryciuk; master S.I. Yacyshyn – NUFWT of Ukraine

I will cut out determination of optimum charts logs on radial saw-timbers

The method of calculation of optimum charts is offered I will cut out logs on saw-timbers after a criterion, that characterizes efficiency of the use of butt end of log. It enables to calculate optimum thickness of boards for a sector method I will cut out logs on radial saw-timbers. The conducted calculations after the developed mathematical model give results suitable for the subsequent use in productions terms.

Постановка завдання

Г.Г. Тітков в роботі "Основы теории максимальных поставов" [7] описав метод обчислення оптимальних товщин двосторонньо обрізаних дощок і методику знаходження абсолютно максимального поставу за критерієм, що характеризує ефективність використання вершинного торця колоди [1, ст. 79]. Запропонований ним метод давав змогу обчислити оптимальні товщини дощок для розвального способу розкрою колод на пиломатеріали. Але, окрім розвального способу для виготовлення, наприклад, заготовок для авіа- і суднобудування, бондарного виробництва, спортивного інвентарю і ін. широко застосовуються спеціальні способи розкрою: секторний, розвально-сегментний, брусочно-сегментний і інші. Внаслідок застосування того чи іншого способу розкрою отримують відповідну пилопродукцію – радіального або тангентального випилювання.

Окрім так званого традиційного застосування, радіальна та тангентальна пилопродукція дедалі частіше використовується деревообробними підприємствами для виготовлення різних виробів [5]. Наприклад, для столярно-будівельних виробів використовують тришарові клеєні бруси, в яких зовнішні шари – заготовки високоякісного радіального випилювання, а внутрішній шар – тангентального випилювання середньої чи низької якості. Застосування таких тришарових брусів у столярно-будівельних виробках дає змогу, насамперед, значно ефективніше використовувати дорогу та якісну сировину, а також уникнути жолоблення у процесі їх експлуатації. Пилопродукція радіального випилювання широко використовується і у меблевому виробництві, і для виготовлення музичних інструментів та ін. Однак низький вихід таких пиломатеріалів під час розкроювання колод секторним способом призводить до того, що собівартість процесу їх виготовлення є значно вищою, аніж для інших пиломатеріалів.

Секторний спосіб розкрою характеризується тим, що спочатку колоду розпилюють на сектори, а потім кожний з них розрізають на радіальні або тангентальні пиломатеріали. Кількість секторів може бути різною – 4, 6 і 8, залежно від діаметра колоди і специфікації товщин пиломатеріалів. Розкрій колоди на вісім і більше секторів навіть для колод великих діаметрів призводить до отримання великого обсягу відходів і збільшення тривалості процесу розкрою секторів на пиломатеріали. Отримані у процесі розкрою секторів потрібні товщини пиломатеріалів є технологічними, тобто придатними для використання як після обрізування їх обох крайок, так і після обрізання тільки крайок з корою.

На сьогодні в теорії розкрою колод на пиломатеріали для багатьох способів розкрою, окрім секторного, розроблено досконалі математичні моделі, цілком достатні як для визначення оптимальних схем розкрою, так і для виконання відповідних виробничих розрахунків. Тому питання розроблення математичної моделі для визначення оптимальних схем розкрою колод секторним способом на радіальні та тангентальні пиломатеріали є актуальним, може мати широке застосування для прогнозування специфікаційного виходу пилопродукції.

Важливе значення під час визначення таких схем розкрою має використання найбільш придатного методу для обчислення оптимальних товщин пиломатеріалів. Як і для розвального способу розкрою, використаємо метод обчислення оптимальних товщин двосторонньо обрізаних дощок Г.Г. Тіткова, однак усі необхідні розрахунки адаптуємо для секторного способу розкрою колод на відповідні пиломатеріали, що і становить основну мету даної роботи.

Звернемо увагу на те, що, на відміну від моделей Г.Г. Тіткова, 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. Необхідно також зазначити, що, згідно з теорією розкрою колод на пиломатеріали, для збільшення ширин випилюваних дощок колоди в лісопилне обладнання подаються більшим

діаметром вертикально. Цю особливість збережемо в усіх подальших розрахунках, бо замість еліпса можна підставити будь-яку іншу криву, наприклад, описану квадратичними чи кубічними сплайнами [8], а методика обчислення оптимальних товщин дощок залишиться тією ж самою.

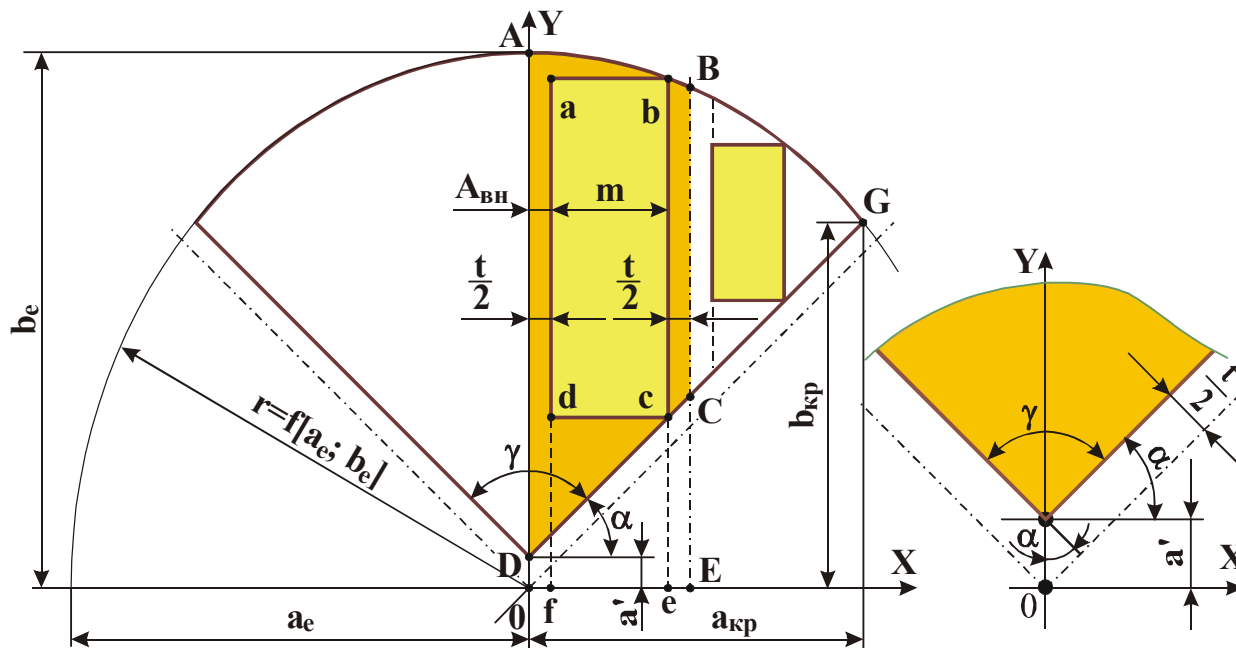


Рис. 1. Схема визначення оптимальних товщин центральних і бокових дощок

Методика визначення оптимальних схем розкрою сектора колоди на радіальні пиломатеріали

У цьому випадку можливі два способи складання схем розкрою: з центральними дошками; з серцевинною дошкою. На рис. 1 показано схему розкрою сектора колоди на радіальні пиломатеріали з двома центральними дошками. Зазначимо, що наведена нижче методика повною мірою є придатною і для обчислення оптимальних товщин двосторонньо обрізаних бічних дощок.

Позначимо площу поперечного перерізу двосторонньо обрізаної дошки з припуском на всихання 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

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

Згідно з рис. 1, дійсну площу поперечного перерізу двосторонньо обрізаної дошки можна визначити за такою формулою

$$F_{abcd} = F_{abef} - F_{dcef}. \quad (3)$$

У формулі (3) F_{abef} – загальна площа поперечного перерізу дошки, що містить його дійсну і уявну частини, визначається за такою формулою

$$F_{abef} = m \cdot f_{TK}[A_{BH} + m; a_e; b_e], \quad (4)$$

де: m – товщина дошки з припуском на всихання; A_{BH} – відстань від центра торця колоди до внутрішньої пласті дошки (для центральної дошки $A_{BH} = t/2$,

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

$$f_{\text{TK}}[x; a_e; b_e] = b_e \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{x}{a_e}\right)^2}, \quad (5)$$

де x – поточне значення абсциси осі еліпса.

У формулі (3) F_{dcef} – уявна площа поперечного перерізу дошки, визначається за такою формулою

$$F_{\text{dcef}} = m \cdot (a' + (A_{\text{BH}} + m) \cdot \text{tg} \alpha), \quad (6)$$

де a' – відстань від центра торця колоди до внутрішнього ребра сектора, утвореного двома його суміжними пластами, визначається за такою формулою

$$a' = \frac{t/2}{\cos \alpha}, \quad (7)$$

де α – кут між віссю абсцис і прямою DG , визначається за такою формулою

$$\alpha = 90 - \frac{\gamma}{2}, \quad (8)$$

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

Для більш зрозумілого виконання подальших розрахунків введемо змінну, яка характеризуватиме дійсну ширину обрізаної центральної чи бокової дошки

$$b_d = f_{\text{TK}}[A_{\text{BH}} + m; a_e; b_e] - (a' + (A_{\text{BH}} + m) \cdot \text{tg} \alpha), \quad (9)$$

Тоді формула (3) набуде такого вигляду

$$F_{\text{abcd}} = m \cdot b_d. \quad (10)$$

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

$$F_{\text{ABCD}} = F_{\text{ABE0}} - F_{\text{DCE0}}, \quad (11)$$

У формулі (11) F_{ABE0} – загальна площа використаної частини поперечного перерізу сектора для отримання двосторонньо обрізаної дошки, що включає його дійсну і уявну частини, визначається за такою формулою

$$F_{\text{ABE0}} = \int_{A_i}^{B_i} f_{\text{TK}}[x; a_e; b_e] dx, \quad (12)$$

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

$$A_i = A_{\text{BH}} - \frac{t}{2}; \quad B_i = A_{\text{BH}} + m + \frac{t}{2}. \quad (13)$$

Підінтегральна функція у формулі (12), яка відтворює твірну контуру вершинного торця колоди, наведено у формулі (5). Для обчислення означеного

інтегралу можна використати формулу трапецій чи Сімпсона з постійним кроком інтегрування, наприклад, в 1 мм.

У формулі (11) F_{DCE0} – уявна площа поперечного перерізу сектора, визначається за такою формулою

$$F_{DCE0} = \int_{A_i}^{B_i} (a' + x \cdot \operatorname{tg} \alpha) dx = \left(a' \cdot x + \frac{x^2}{2} \cdot \operatorname{tg} \alpha \right) \Big|_{A_i}^{B_i} = x \cdot \left(a' + \frac{x}{2} \cdot \operatorname{tg} \alpha \right) \Big|_{A_i}^{B_i} =$$

$$= B_i \cdot \left(a' + \frac{B_i}{2} \cdot \operatorname{tg} \alpha \right) - A_i \cdot \left(a' + \frac{A_i}{2} \cdot \operatorname{tg} \alpha \right). \quad (14)$$

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 центральної чи бокової дошки. Розглянемо конкретний приклад розрахунку.

Приклад 1. Нехай задано колоду хвойної породи, діаметри вершинного торця якої у двох вимірах становлять відповідно $d_1 = 32$ см і $d_1 = 36$ см. З використанням стрічково-пилного обладнання колода розпилюється на 4 сектори, а сектори розрізаються на радіальні пиломатеріали стандартних товщин [2, ст. 14]. Товщина пропилю становить 2.8 мм. Необхідно знайти оптимальні товщини центральних дощок для вертикального і бокового секторів за умови, що центр осей координат пропилю збігається з центром вершинного торця колоди.

Згідно з умовою задачі, половина горизонтальної осі еліпса становить $a_e = 160$ мм, а половина вертикальної осі – $b_e = 180$ мм. Оскільки колода розпилюється на 4 сектори, то $\alpha = 45^\circ$. Окрім того, відстань від центра торця колоди до внутрішньої пласті дошки – $A_{вн} = 1,4$ мм, відстань від центра торця колоди до внутрішнього ребра сектора – $a' = 1,980$ мм, а нижня межа інтегрування – $A_i = 0,0$ 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 вертикального сектора з вершинного торця колоди для центральної дошки

m_c , мм	Δ_y , мм	m , мм	b' , мм	b'' , мм	b_d , мм	F_{abcd} , мм ²	B_i , мм	F_{ABE0} , мм ²	F_{DCE0} , мм ²	F_{ABCD} , мм ²	E_b
13	0,8	13,8	179,19	17,18	162,01	2235,68	16,6	2982,63	170,65	2811,98	0,795
16	0,9	16,9	178,82	20,28	158,54	2679,31	19,7	3537,02	233,05	3303,97	0,811
19	1,0	20,0	178,38	23,38	155,00	3100,06	22,8	4090,07	305,06	3785,00	0,819
22	1,2	23,2	177,86	26,58	151,28	3509,69	26,0	4659,32	389,48	4269,84	0,822
25	1,3	26,3	177,28	29,68	147,60	3881,93	29,1	5208,97	481,02	4727,95	0,821
32	1,6	33,6	175,64	36,98	138,66	4659,00	36,4	6495,02	734,55	5760,48	0,809
40	2,0	42,0	173,25	45,38	127,87	5370,61	44,8	7957,33	1092,22	6865,12	0,782
45	2,2	47,2	171,50	50,58	120,92	5707,21	50,0	8851,26	1348,99	7502,27	0,761
50	2,4	52,4	169,52	55,78	113,74	5959,93	55,2	9735,17	1632,81	8102,36	0,736

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

Аналізуючи отримані результати розрахунку, бачимо, що найбільшу, тобто оптимальну ефективність використання частини поперечного перерізу вертикального сектора вершинного торця колоди отримано для центральної дошки товщиною 22 мм, яка становить $E_{вmax} = 0.822$. Однак у раціональну схему розкрою можна вносити дошки з товщинами 19, 22 і 25 мм, бо значення їхніх показників E_v знаходяться у найближчому околі $E_{вmax}$. При цьому дійсні ширини цих дошок будуть становити відповідно 155, 151 і 148 мм. Закруглювати ці значення до стандартних ширин немає потреби, бо часто радіальні пиломатеріали спочатку зрощують по ширині з прямою чи похилою крайкою, а вже потім відбувається їх розрізання на потрібний розмір.

Тепер спробуємо виконати відповідні розрахунки для бокового сектора, для якого попередні розрахунки будуть мати такий вигляд: $A_{вн} = 1,4$ мм; $a' = 1,980$ мм; $A_i = 0,0$ мм. Отож остаточні результати розрахунку будуть мати вигляд, як це показано у табл. 2.

Табл. 2. Визначення ефективності використання частини поперечного перерізу бокового сектора з вершинного торця колоди для центральної дошки

m_c , мм	Δ_y , мм	m , мм	b' , мм	b'' , мм	b_d , мм	F_{abcd} , мм ²	B_i , мм	F_{ABE0} , мм ²	F_{DCE0} , мм ²	F_{ABCD} , мм ²	E_v
13	0,8	13,8	159,43	17,18	142,25	1963,03	16,6	2652,23	170,65	2481,58	0,791
16	0,9	16,9	159,17	20,28	138,89	2347,26	19,7	3145,69	233,05	2912,65	0,806
19	1,0	20,0	158,87	23,38	135,49	2709,71	22,8	3638,22	305,06	3333,16	0,813
22	1,2	23,2	158,50	26,58	131,92	3060,52	26,0	4145,49	389,48	3756,01	0,815
25	1,3	26,3	158,09	29,68	128,41	3377,29	29,1	4635,63	481,02	4154,61	0,813
32	1,6	33,6	156,95	36,98	119,97	4030,87	36,4	5784,05	734,55	5049,50	0,798
40	2,0	42,0	155,28	45,38	109,90	4615,79	44,8	7093,28	1092,22	6001,06	0,769
45	2,2	47,2	154,06	50,58	103,48	4884,15	50,0	7895,87	1348,99	6546,88	0,746
50	2,4	52,4	152,69	55,78	96,91	5077,88	55,2	8691,52	1632,81	7058,71	0,719

Порівнюючи два результати розрахунку, бачимо, що у першому випадку отримані ширини раціональних товщин пиломатеріалів є дещо більшими (приблизно на 20 мм), ніж у другому. Тобто, напрошується питання: а чи доцільно подавати колоди у розкрійне обладнання при застосуванні секторного способу розкрою більшим діаметром вертикально? Напевно, повернувши їх на 45° , можна було б нівелювати цю різницю. Для відповіді на це просте запитання бажано провести хоча б декілька імітацій розкрою, а вже після цього можна давати конкретні відповіді.

Тепер спробуємо застосувати наведену вище методику для розрахунку оптимальних товщин бокових дощок, випіляних, наприклад, з вертикального сектора. Постановку завдання використаємо з прикл. 1, тільки додамо ту обставину, що бокова дошка знаходиться зразу ж за центральною дошкою оптимальної товщини.

Оскільки у прикл. 1 за результатами виконаних розрахунків центральної дошки мала оптимальну товщину 22 мм, то стосовно цього завдання попередні розрахунки будуть становити: $A_{вн} = 1,4 + (22,0 + 1,2) + 2,8 = 27,4$ мм; $a' = 1,980$ мм; $A_i = 26,0$ мм. А остаточні результати розрахунку наведено у табл. 3.

Табл. 3. Визначення ефективності використання частини поперечного перерізу вертикального сектора з вершинного торця колоди для бокової дошки

m_c , мм	Δ_y , мм	m , мм	b' , мм	b'' , мм	b_d , мм	F_{abcd} , мм ²	B_i , мм	F_{ABE0} , мм ²	F_{DCE0} , мм ²	F_{ABCD} , мм ²	E_b
13	0,8	13,8	173,93	43,18	130,75	1804,35	42,6	2917,09	602,25	2314,85	0,779
16	0,9	16,9	172,96	46,28	126,68	2140,95	45,7	3453,42	745,25	2708,17	0,791
19	1,0	20,0	171,92	49,38	122,54	2450,80	48,8	3986,52	897,86	3088,66	0,793
22	1,2	23,2	170,76	52,58	118,18	2741,82	52,0	4533,19	1065,48	3467,71	0,791
25	1,3	26,3	169,56	55,68	113,88	2995,03	55,1	5058,99	1237,62	3821,37	0,784
32	1,6	33,6	166,40	62,98	103,43	3475,08	62,4	6281,06	1680,95	4600,11	0,755
40	2,0	42,0	162,19	71,38	90,81	3813,86	70,8	7655,60	2257,02	5398,58	0,706
45	2,2	47,2	159,24	76,58	82,66	3901,44	76,0	8487,23	2648,99	5838,23	0,668
50	2,4	52,4	156,01	81,78	74,23	3889,88	81,2	9302,43	3068,01	6234,42	0,624

На рис. 2 показано схему розкрою сектора колоди на радіальні пило-матеріали з серцевинною дошкою. Як і у випадку з центральними дошками, позначимо площу половити торця двосторонньо обрізаної дошки з припуском на всихання через F_{abcd} і площу половини частини поперечного перерізу сектора, використаного для отримання цієї дошки з врахуванням ширини пропилю, через F_{ABCD} . Тоді ефективність використання частини поперечного перерізу сектора можна визначити за формулою (2).

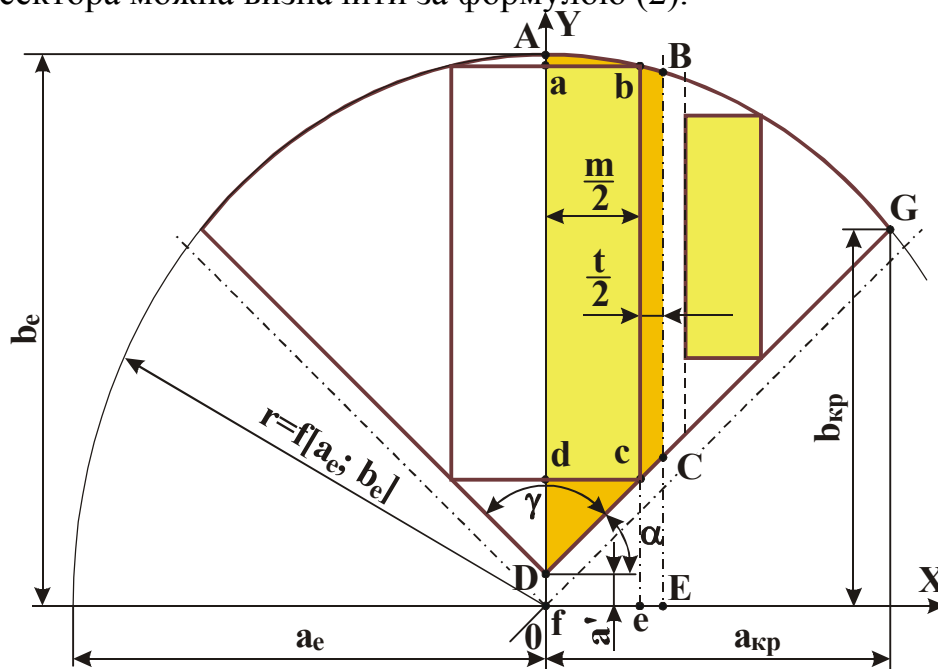


Рис. 2. Схема визначення оптимальної товщини серцевинної дошки

Згідно з рис. 2, дійсну площу половини поперечного перерізу двосторонньо обрізаної дошки можна визначити за формулою (3). У цій формулі F_{abef} – площа поперечного перерізу дошки, що містить його дійсну і уявну частини, визначається за такою формулою

$$F_{abef} = \frac{m}{2} \cdot f_{\text{тк}} \left[\frac{m}{2}; a_e; b_e \right], \quad (15)$$

У виразі (15) функція, яка відтворює твірну контуру вершинного торця колоди), обчислюється за формулою (5). Уявну площу поперечного перерізу дошки F_{dcef} можна визначити за такою формулою

$$F_{dcef} = \frac{m}{2} \cdot \left(a' + \frac{m}{2} \cdot \operatorname{tg} \alpha \right). \quad (16)$$

Для більш зрозумілого виконання подальших розрахунків введемо змінну, яка характеризуватиме дійсну ширину обрізаної серцевинної дошки

$$b_d = f_{\text{тк}} \left[\frac{m}{2}; a_e; b_e \right] - \left(a' + \frac{m}{2} \cdot \operatorname{tg} \alpha \right), \quad (17)$$

Тоді формула (3) набуде такого вигляду

$$F_{abcd} = \frac{m}{2} \cdot b_d. \quad (18)$$

Площа частини поперечного перерізу сектора, використаного для отримання половини двосторонньо обрізної дошки з врахуванням ширини пропилу, визначається за формулою (11). У цій формулі F_{ABE0} – загальна площа використаної частини поперечного перерізу сектора для отримання половини двосторонньо обрізаної дошки, що включає його дійсну і уявну частини, визначається за такою формулою

$$F_{ABE0} = \int_0^{B_i} f_{\text{тк}} [x; a_e; b_e] dx, \quad (19)$$

де B_i – верхня межа інтегрування, визначаються за такою формулою

$$B_i = \frac{m + t}{2}. \quad (20)$$

У формулі (11) уявна площа поперечного перерізу сектора F_{DCE0} визначається за такою формулою

$$F_{DCE0} = \int_0^{B_i} (a' + x \cdot \operatorname{tg} \alpha) dx = x \cdot \left(a' + \frac{x}{2} \cdot \operatorname{tg} \alpha \right) \Big|_0^{B_i} = B_i \cdot \left(a' + \frac{B_i}{2} \cdot \operatorname{tg} \alpha \right). \quad (21)$$

Тепер спробуємо застосувати наведену вище методику для розрахунку оптимальної товщини серцевинної дошки, випиляної з вертикального і бокового секторів. Постановку задачі використаємо з прикл. 1.

Як і в попередніх прикладах, згідно з умовою задачі, половина горизонтальної осі еліпса становить $a_e = 160$ мм, а половина вертикальної осі – $b_e = 180$ мм. Оскільки колода розпилюється тільки на 4 сектори, то $\alpha = 45^\circ$, $a' = 1,980$ мм. Відповідно до цих початкових результатів розрахунку спробуємо виконати і всі інші розрахунки для двох секторів, результати яких зведемо у табл. 4 і 5.

Проаналізувавши отримані результати розрахунку, бачимо, що оптимальні ефективності використання частин поперечного перерізу вертикального чи бокового сектора вершинного торця колоди отримано для серцевинної дошки товщиною 32 мм, які становлять відповідно 0,878 і 0,873. Однак у раціональну схему розкрою можна вносити дошки з товщинами 25, 32, 40 і 45 мм, бо значення їхніх показників E_b знаходяться у найближчому околі $E_{b\max}$. При цьому дійсні ширини відповідних товщин дощок у двох секторах також відрізняються між собою у межах 20 мм.

Табл. 4. Визначення ефективності використання частини поперечного перерізу вертикального сектора з вершинного торця колоди для серцевинної дошки

m_c , мм	Δ_y , мм	m , мм	b' , мм	b'' , мм	b_d , мм	F_{abcd} , мм ²	B_i , мм	F_{ABE0} , мм ²	F_{DCE0} , мм ²	F_{ABCD} , мм ²	E_b
13	0,8	13,8	179,83	8,88	170,95	1179,57	8,3	1493,33	50,88	1442,45	0,818
16	0,9	16,9	179,75	10,43	169,32	1430,74	9,9	1771,88	68,01	1703,87	0,840
19	1,0	20,0	179,65	11,98	167,67	1676,68	11,4	2050,26	87,55	1962,71	0,854
22	1,2	23,2	179,53	13,58	165,95	1924,98	13,0	2337,42	110,24	2227,18	0,864
25	1,3	26,3	179,39	15,13	164,26	2160,03	14,6	2615,39	134,66	2480,73	0,871
32	1,6	33,6	179,01	18,78	160,23	2691,78	18,2	3268,92	201,65	3067,27	0,878
40	2,0	42,0	178,44	22,98	155,46	3264,72	22,4	4018,79	295,23	3723,56	0,877
45	2,2	47,2	178,03	25,58	152,45	3597,85	25,0	4481,62	362,00	4119,62	0,873
50	2,4	52,4	177,57	28,18	149,39	3914,03	27,6	4943,25	435,53	4507,72	0,868

Табл. 5. Визначення ефективності використання частини поперечного перерізу бокового сектора з вершинного торця колоди для серцевинної дошки

m_c , мм	Δ_y , мм	m , мм	b' , мм	b'' , мм	b_d , мм	F_{abcd} , мм ²	B_i , мм	F_{ABE0} , мм ²	F_{DCE0} , мм ²	F_{ABCD} , мм ²	E_b
13	0,8	13,8	159,88	8,88	151,00	1041,92	8,3	1327,53	50,88	1276,65	0,816
16	0,9	16,9	159,82	10,43	149,39	1262,38	9,9	1575,21	68,01	1507,20	0,838
19	1,0	20,0	159,75	11,98	147,77	1477,73	11,4	1822,78	87,55	1735,23	0,852
22	1,2	23,2	159,67	13,58	146,09	1694,62	13,0	2078,19	110,24	1967,95	0,861
25	1,3	26,3	159,57	15,13	144,44	1899,42	14,6	2325,46	134,66	2190,80	0,867
32	1,6	33,6	159,30	18,78	140,52	2360,76	18,2	2907,03	201,65	2705,38	0,873
40	2,0	42,0	158,91	22,98	135,93	2854,48	22,4	3574,73	295,23	3279,50	0,870
45	2,2	47,2	158,62	25,58	133,04	3139,72	25,0	3987,10	362,00	3625,10	0,866
50	2,4	52,4	158,30	28,18	130,12	3409,04	27,6	4398,63	435,53	3963,11	0,860

Окрім того, проаналізувавши результати розрахунків для центральних і серцевинних дощок, бачимо, що в оптимальну схему розкрою секторів на радіальні пиломатеріали першою доцільно вносити серцевинну дошку, в усі інші – бокові. По-перше, серцевинна дошка є більш радіальною порівняно з центральною, бо кут між дотичною до річних кілець і внутрішньою пластю дошки знаходиться в межах 85-88 °. По-друге, серцевинна дошка може мати майже вдвічі більшу ширину порівняно з центральною, що дає змогу більш ефективно використати дорогу сировину. По-третє, схема розкрою з серцевинною дошкою є менш громіздкою і затратною, аніж з центральними дошками.

Для виконання остаточних розрахунків необхідно також знати значення $a_{кр}$ і $b_{кр}$ (див. рис. 1 і 2). Для їх визначення використовуються такі співвідношення:

$$b_{кр} = a' + a_{кр} \cdot \operatorname{tg} \alpha, \quad (22)$$

або

$$b_{кр} = b_e \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{a_{кр}}{a_e} \right)^2}. \quad (23)$$

Звідси

$$a' + a_{кр} \cdot \operatorname{tg} \alpha = b_e \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{a_{кр}}{a_e} \right)^2} \Rightarrow a' + a_{кр} \cdot \operatorname{tg} \alpha - b_e \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{a_{кр}}{a_e} \right)^2} = 0. \quad (24)$$

Розв'язавши спочатку нелінійне рівняння (24) будь-яким з ітераційних методів (наприклад, золотого перерізу чи Фібоначчі) визначається $a_{кр}$, а потім, з використанням виразу (22) чи (23), визначається $b_{кр}$.

Для розглянутих вище прикладів і для різних секторів ці показники набудуть таких значень:

- для вертикального сектора: $a_{кр} = 112,65$ мм; $b_{кр} = 113,63$ мм;
- для бокового сектора: $a_{кр} = 126,79$ мм; $b_{кр} = 127,77$ мм.

Висновки

Запропоновано методику обчислення оптимальних схем розкрою колод на пиломатеріали за критерієм, що характеризує ефективність використання торця колоди. Це дає змогу обчислити оптимальні товщини дощок для секторного способу розкрою колод на радіальні пиломатеріали. Проведені розрахунки за розробленою математичною моделлю дають результати, придатні для подальшого використання у виробничих умовах. Про це свідчать високі значення ефективності використання торця колоди (в межах $87^{\pm 2}\%$).

Література

1. Аксёнов П.П. Теоретические основы раскроя пиловочного сырья. – М.-Л.: Гослесбумиздат, 1960. – 216 с.
2. 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.
3. Ветшева В.Ф. Раскрой крупномерных брёвен на пиломатериалы – М.: Лесн. пром-сть, 1976. – 168 с.
4. Калитеевский Р.Е., Дончев Г., Плюснин В.Н., Сухов И.Е. Методы раскроя и структура производственных процессов при переработке буковой древесины// Экспресс-информация (Отечественный производственный опыт) серия "Механическая обработка древесины". – М.: ВИПИЭИлеспром, 1988, вып. 4. – С. 2-14.
5. 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.
6. Минеев А.В. Теоретические и экспериментальные исследования получения пиломатериалов радиальной распиловки из древесины крупномерной лиственницы/ Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.21.05/ Лен. лес. акад. – Л., 1980. – 20 с.
7. Титков Г.Г. Основы теории максимальных поставов// Механическая обработка древесины. – М., 1939, № 2-3.
8. Яковлев М.К. Совершенствование учёта и раскроя круглых лесоматериалов на основе метода индивидуальных моделей/ Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.21.05/ Белор. гос. технол. ун-тет. – Минск, 1995. – 19 с.

УДК 674.047

Ст. викладач М.В. Дендюк – НЛТУ України

ВИЗНАЧЕННЯ РЕОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ДЕРЕВИНИ

Розглянуто методику визначення параметрів ядер релаксації деревини на основі експериментальних даних деформацій повзучості залежно від температурно-вологісного навантаження. Отримано аналітичні залежності параметрів ядер релаксації від параметрів ядер повзучості.