

Необхідність виконання цих завдань зумовлює структуру моніторингу, яка формується з основних чотирьох блоків: "Спостереження за довкіллям", "Оцінювання фактичного стану довкілля на основі результатів дослідження", "Прогнозування стану довкілля населених пунктів" "Оцінювання прогнозованого стану довкілля населеного пункту".

Спостереження за причинно-наслідковими явищами і процесами природного середовища населених пунктів є необхідною умовою пристосування й незалежно від місця розташування населеного пункту навчить управляти техногенною обстановкою для покращення умов проживання населення, забезпечивши санітарно-гігієнічні умови і покращений стан довкілля.

Література

1. *Клименко М.О., Прищеп А.М., Вознюк Н.В.* Моніторинг довкілля. Підручник. – К.: Вид. центр "Академія", 2006. – 315 с.
2. *Адаменко О.М.* Природничі основи екологічного моніторингу Карпатського району. – Львів: Світ, 2005. – 150 с.
3. *Кучерявий В.П.* Екологія. – Львів: Світ, 2001. – 386 с.
4. *Джигирей В.С.* Екологія та охорона навколишнього природного середовища. Навч. посібн. – К.: Знання, 2000. – 205 с.

УДК 674.09

*Асист. С.І. Коширець;
доц. Ю.І. Грицюк, канд. техн. наук – НЛТУ України, м. Львів*

ДОСЛІДЖЕННЯ ВИХОДУ РАДІАЛЬНИХ ПИЛОМАТЕРІАЛІВ ДЛЯ РІЗНИХ СПОСОБІВ РОЗКРОЮ

Проведено порівняльний аналіз виходу радіальних пиломатеріалів для різних способів розкрою колод хвойних порід. Встановлено, що розвальню-сегментно-кутовий спосіб розкрою дає змогу отримати більший об'ємний вихід радіальних пиломатеріалів, ніж розвальню-сегментний.

Assist. S.I. Koshyrets; assoc. prof. Yu.I. Gryciuk – NUFWT of Ukraine, L'viv

At different methods will cut out research of output of radial saw-timbers

The comparative analysis of output of radial saw-timbers is conducted at different methods will cut out logs of coniferous breeds. It is set that will cut out a open-segment-angular method enables to get the greater by volume output of radial saw-timbers than open-segment.

1. Постановка завдання.

В одній із попередніх публікацій [2] було зроблено припущення про те, що застосування розвальню-сегментно-кутового способу розкрою колод хвойних порід забезпечує деяке збільшення об'ємного виходу радіальних пиломатеріалів порівняно з розвальню-сегментним способом. Теоретичне обґрунтування такого збільшення наведено у роботах [3, 4], однак не було розглянуто конкретних прикладів його реалізації. На цей час, коли нами значно удосконалено методику визначення виду випиляних пиломатеріалів [1], можна здійснити порівняльний аналіз виходу повністю радіальних пиломатеріалів для двох способів розкрою. Для цього розрахуємо декілька

поставів, які моделюють процеси розкрою колод хвойних порід різних діаметрів та еліптичності поперечного перерізу цими двома способами. На основі отриманих результатів зробимо відповідні висновки про доцільність застосування того чи іншого способу для отримання більшого виходу повністю радіальних пиломатеріалів, що і становить основну мету цієї роботи.

2. Обчислення виходу повністю радіальних пиломатеріалів.

Для обчислення загального виходу радіальних пиломатеріалів під час розкрою колод хвойних порід розвальню-сегментним і розвальню-сегментно-кутовим способами використаємо методику, наведену у роботі [2]. Окрім того, застосувавши методику визначення ширини однобічно обрізної дошки заданої радіальності [1, 2] (для яких кут $\beta_{ij} \geq 60^\circ$), отримаємо ширини повністю радіальних пиломатеріалів. Потім, віднявши від загальної площі торця усієї дошки площу її не радіальної частини (тобто такої, у якій кут β_{ij} є меншим 60°), отримаємо площу повністю радіальних пиломатеріалів. На рис. 1 відображено відповідні позначення, які ми використали під час обчислення відповідних площ торців дощок.

Дослідження виходу повністю радіальних пиломатеріалів для різних способів розкрою продемонструємо на конкретному прикладі.

Приклад 1. Номінальні діаметри верхнього торця колоди становлять $d^H = 320, 380, 440$ мм, а еліптичність їх поперечного перерізу – $k^e = 1.15, 1.00, 0.85$. Колоди розпилюють розвальню-сегментним і розвальню-сегментно-кутовим способами на радіальні пиломатеріали, товщина яких становить 40 і 32 мм, товщина пропилу – 2.8 мм. Під час розкрою відсутнє горизонтальне і вертикальне зміщення верхнього торця колоди відносно осей системи координат. Необхідно провести розрахунок необхідних поставів, обчислити виходи повністю радіальних дощок, провести відповідний аналіз.

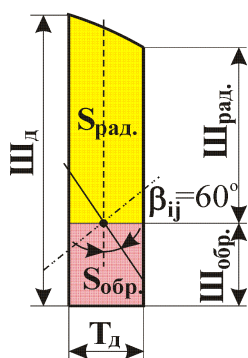


Рис. 1. Розрахункова схема для визначення площі торця повністю радіальної однобічно обрізної дошки

Результати розрахунку необхідних поставів, а також обчислення виходів радіальних дощок для розвальню-сегментного способу розкрою відображено у табл. 1, а для розвальню-сегментно-кутового – у табл. 2. Оскільки відсутнє зміщення верхнього торця колоди відносно осей системи координат і всі частини, які розташовані у різних її квадрантах, є однаковими, то у цих таблицях часткові результати наведено тільки для четвертини торця колоди, а зведені результати – для усього поперечного перерізу. Також у таблицях враховано різні значення коефіцієнтів еліптичності торців колод. На рис. 3 наведено діаграму порівняння виходів радіальних пиломатеріалів для різних способів розкрою та еліптичностей поперечного перерізу.

Табл. 1. Результати обчислення виходу радіальних дощок для розвальню-сегментного способу розкрою колод хвойних порід при різних еліптичностях їх поперечного перерізу

d ^н , мм	d _x ^н /d _y ^н , мм S _T , мм ²	T _д /к;O, мм /шт.	x ⁶⁰ /y ⁶⁰ , мм	Ш _{обр.} , мм	S _{обр.} , мм ²	S _д ,		S _{рад.} ,	
						мм ²	%	мм ²	%
k ^с =0,85									
320	345,95/ 294,05	40 / 2y	28,0	28,0	1177,3	6107,5	7,6	4930,2	6,2
		32 / 2 y	78,8	78,8	2648,9	4591,1	5,7	1942,2	2,4
		40 / 4 x	49,5	0,0	0,0	3685,2	4,6	3685,2	4,6
		32 / 4 x	139,2	56,6	1903,1	2458,7	3,1	555,6	0,7
		32 / 4 x	219,7	137,1	4606,2	1474,8	1,9	0,0	0,0
	79896,0	4•Σ			41342,2	73269,4	91,7	44452,7	55,6
380	410,81 / 349,19	40 / 2 y	28,0	28,0	1177,3	7276,2	6,5	6098,9	5,4
		32 / 2 y	78,8	78,8	2648,9	5576,0	4,9	2927,1	2,6
		40 / 4 x	49,5	0,0	0,0	5065,1	4,5	5065,1	4,5
		32 / 4 x	139,2	56,6	1903,1	3648,1	3,2	1745,0	1,5
		32 / 4 x	219,7	137,1	4606,2	2879,3	2,6	0,0	0,0
	32 / 4 x	278,0	195,4	6576,8	1518,0	1,3	0,0	0,0	
112665,9	4•Σ			67649,4	103851,1	92,2	63344,6	56,2	
440	475,64 / 404,32	42 / 2 y	28,0	28,0	1177,3	8441,9	5,6	7264,5	4,8
		32 / 2 y	78,8	78,8	2648,9	6543,7	4,3	3894,8	2,6
		40 / 4 x	49,5	0,0	0,0	6440,1	4,3	6440,1	4,3
		32 / 4 x	139,2	56,6	1903,1	4807,3	3,2	2904,2	1,9
		32 / 4 x	219,7	137,1	4606,2	4169,3	2,8	0,0	0,0
	32 / 4 x	278,0	195,4	6576,8	3121,7	2,1	0,0	0,0	
151053,5	4•Σ			67649,4	134095,9	88,8	82014,6	54,3	
k ^с =1,00									
320	320	40 / 2 y	38,8	38,8	1629,6	6633,9	8,2	5004,3	6,2
		32 / 2 y	109,1	109,1	3666,5	4928,9	6,1	1262,4	1,6
		40 / 4 x	12,9	0,0	0,0	3164,7	3,9	3164,7	3,9
		32 / 4 x	36,4	0,0	0,0	2153,6	2,7	2153,6	2,7
		32 / 4 x	57,4	0,0	0,0	1416,6	1,8	1416,6	1,8
	20106,1	4•Σ			21184,3	73190,4	91,0	52006,2	64,7
380	380	40 / 2 y	38,8	38,8	1629,6	7907,7	7,0	6278,1	5,5
		32 / 2 y	109,1	109,1	3666,5	6012,9	5,3	2346,4	2,1
		40 / 4 x	12,9	0,0	0,0	4438,5	3,9	4438,5	3,9
		32 / 4 x	36,4	0,0	0,0	3237,5	2,9	3237,5	2,9
		32 / 4 x	57,4	0,0	0,0	2651,8	2,3	2651,8	2,3
	32 / 4 x	217,9	135,3	4545,7	1664,9	1,5	0,0	0,0	
113411,5	4•Σ			39367,2	103653,3	91,4	75809,6	66,8	

440	440	40 / 2 y	38,8	38,8	1629,6	9177,7	6,0	7548,1	5,0
		32 / 2 y	109,1	109,1	3666,5	7074,2	4,7	3407,7	2,2
		40 / 4 x	12,9	0,0	0,0	5708,5	3,8	5708,5	3,8
		32 / 4 x	36,4	0,0	0,0	4298,9	2,8	4298,9	2,8
		32 / 4 x	57,4	0,0	0,0	3809,0	2,5	3809,0	2,5
		32 / 4 x	217,9	135,3	4545,7	3025,4	2,0	0,0	0,0
	152053,1	4•Σ			39367,2	132374,9	87,1	99088,9	65,2
k ^e =1,15									
320	294,05 / 345,95	40 / 2 y	51,3	51,3	2155,1	7082,2	8,9	4927,1	6,2
		32 / 2 y	144,3	144,3	4848,8	5193,9	6,5	345,1	0,4
		40 / 4 x	31,5	0,0	0,0	2712,1	3,4	2712,0	3,4
		32 / 4 x	88,5	5,9	197,6	1864,5	2,3	1666,9	2,1
		32 / 4 x	139,6	57,0	1915,2	1280,9	1,6	0,0	0,0
		32 / 4 x	176,7	94,1	3161,4	231,7	0,3	0,0	0,0
	79896,0	4•Σ			49112,3	73460,5	91,9	38604,7	48,3
380	349,19 / 410,81	40 / 2 y	51,3	51,3	2155,1	8447,3	7,5	6292,2	5,6
		32 / 2 y	144,3	144,3	4848,8	6368,2	5,7	1519,3	1,3
		40 / 4 x	31,5	0,0	0,0	3895,4	3,5	3895,3	3,5
		32 / 4 x	88,5	5,9	197,6	2862,9	2,5	2665,3	2,4
		32 / 4 x	139,6	57,0	1915,2	2394,4	2,1	479,2	0,4
		32 / 4 x	176,7	94,1	3161,4	1626,7	1,4	0,0	0,0
	112665,9	4•Σ			49112,3	102379,1	90,9	59405,7	52,7
440	404,32/ 475,64	40 / 2 y	51,3	51,3	2155,1	9807,6	6,5	7652,5	5,1
		32 / 2 y	144,3	144,3	4848,8	7513,4	5,0	2664,5	1,8
		40 / 4 x	31,5	0,0	0,0	5075,5	3,4	5075,5	3,4
		32 / 4 x	88,5	5,9	197,6	3843,4	2,5	3645,9	2,4
		32 / 4 x	139,6	57,0	1915,2	3449,7	2,3	1534,5	1,0
		32 / 4 x	176,7	94,1	3161,4	2830,0	1,9	0,0	0,0
	151053,5	4•Σ			49112,3	130078,0	86,1	82291,6	54,5

Примітка: T_d – товщина дошки, мм; k – кількість дощок у поставі, шт.; O – орієнтація дошки відносно осей координат X та Y ; x^{60}/y^{60} – абсциса/ордината при $\square_{ij} > 60^\circ$; $\Pi_{обр.}$, $S_{обр.}$ – ширина і площа частини дошки, яку необхідно обрізати; S_d , $S_{рад.}$, S_T – відповідно загальна площа дошки, площа її повністю радіальної частини і площа поперечного перерізу торця.

Табл. 2. Результати обчислення виходу радіальних дощок для розвальню-сегментно-кутового способу розкрою колод хвойних порід при різних еліптичностях їх поперечного перерізу

d _н , мм	d _x ^н /d _y ^н , мм S _T , мм ²	T _д /k;O, мм /шт.	x ⁶⁰ /y ⁶⁰ , мм	Ш _{обр.} , мм	S _{обр.} , мм ²	S _д ,		S _{рад.}	
						мм ²	%	мм ²	%
k ^е =0,85									
320	345,95/ 294,05	40 / 2 y	28,0	28,0	1177,3	6107,5	7,6	4930,2	6,2
		40 / 4 x	49,5	3,3	139,0	5214,0	6,5	5075,0	6,4
		32 / 4 y	78,8	32,6	1096,6	3038,8	3,8	1942,2	2,4
		32 / 4 x	139,2	56,6	1903,2	2458,7	3,1	555,5	0,7
		32 / 4 y	124,4	41,8	1404,2	1474,8	1,8	70,6	0,1

		32 / 4 x	219,7	100,7	3383,1	251,8	0,3	0,0	0,0
	79896,0	4•Σ			36413,6	74182,4	92,8	50294,2	62,9
380	410,81 / 349,19	40 / 2 y	28,0	28,0	1177,3	7276,2	6,5	6098,9	5,4
		40 / 4 x	49,5	3,3	139,0	6593,9	5,9	6455,0	5,7
		32 / 4 y	78,8	32,6	1096,6	4023,7	3,6	2927,1	2,6
		32 / 4 x	139,2	56,6	1903,2	3648,1	3,2	1744,9	1,5
		32 / 4 y	124,4	41,8	1404,2	2879,3	2,6	1475,1	1,3
		32 / 4 x	219,7	100,7	3383,1	1656,2	1,5	0,0	0,0
	112665,9	4•Σ			36413,6	104309,8	92,6	74803,9	66,4
440	475,64 / 404,32	40 / 2 y	28,0	28,0	1177,3	8441,9	5,6	7264,5	4,8
		40 / 4 x	49,5	3,3	139,0	7968,9	5,3	7830,0	5,2
		32 / 4 y	78,8	32,6	1096,6	4991,4	3,3	3894,8	2,6
		32 / 4 x	139,2	56,6	1903,2	4807,3	3,2	2904,0	1,9
		32 / 4 y	124,4	41,8	1404,2	4169,3	2,8	2765,1	1,8
		32 / 4 x	219,7	100,7	3383,1	2946,3	2,0	0,00	0,0
	151053,5	4•Σ			36413,6	133300,2	88,2	98634,1	65,3
k ^e =1,00									
320	320	40 / 2 y	38,8	38,8	1629,6	6633,9	8,2	5004,1	6,2
		40 / 4 x	12,9	0,0	0,0	4693,5	5,8	4693,5	5,8
		32 / 4 y	109,1	62,9	2114,2	3376,6	4,2	1262,3	1,6
		32 / 4 x	36,4	0,0	0,0	2153,6	2,7	2153,6	2,7
		32 / 4 y	172,2	89,6	3009,4	1416,6	1,8	0,0	0,0
		32 / 4 x	57,4	0,0	0,0	193,5	0,2	193,5	0,2
	20106,1	4•Σ			27012,8	73870,4	91,9	53229,2	66,2
380	380	40 / 2 y	38,8	38,0	1629,6	7907,7	7,0	6278,1	5,5
		40 / 4 x	12,9	0,0	0,0	5967,3	5,3	5967,3	5,3
		32 / 4 y	109,1	62,2	2114,2	4460,6	3,9	2346,4	2,1
		32 / 4 x	36,4	0,0	0,0	3237,5	2,9	3237,5	2,9
		32 / 4 y	172,2	89,6	3009,5	2651,8	2,3	0,0	0,0
		32 / 4 x	57,4	0,0	0,0	1428,8	1,3	1428,8	1,3
	113411,5	4•Σ			27012,8	102614,8	90,5	77032,6	67,9
440	440	40 / 2 y	38,8	38,8	1629,6	9177,7	6,0	7548,1	5,0
		40 / 4 x	12,9	0,0	0,0	7237,3	4,8	7237,3	4,8
		32 / 4 y	109,1	62,9	2114,2	5521,9	3,6	3407,7	2,2
		32 / 4 x	36,4	0,0	0,0	4298,9	2,8	4298,9	2,8
		32 / 4 y	172,2	89,6	3009,4	3809,0	2,5	799,5	0,5
		32 / 4 x	57,4	0,0	0,0	2585,9	1,7	2585,9	1,7
	152053,1	4•Σ			27012,8	130522,8	85,8	103510,0	68,1
k ^e =1,15									
320	294,05 / 345,95	40 / 2 y	51,3	51,3	2155,1	7082,2	8,9	4927,1	6,2
		40 / 4 x	15,9	0,0	0,0	4240,9	5,3	4240,8	5,3
		32 / 4 y	144,3	98,1	3296,5	3641,6	4,6	345,1	0,4
		32 / 4 x	44,9	0,0	0,0	1864,5	2,3	1864,5	2,3
		32 / 4 y	227,7	145,1	4875,0	1280,9	1,6	0,0	0,0
		32 / 4 x	70,8	0,0	0,0	57,8	0,1	57,8	0,1
	79896,0	4•Σ			41306,3	72671,1	91,0	45741,4	57,3

380	349,19 / 410,81	40 / 2 y	51,3	51,3	2155,1	8447,3	7,5	6292,2	5,6
		40 / 4 x	15,9	0,0	0,0	5424,2	4,8	5424,1	4,8
		32 / 4 y	144,3	98,1	3296,5	4815,8	4,3	1519,3	1,3
		32 / 4 x	44,9	0,0	0,0	2862,9	2,5	2862,9	2,5
		32 / 4 y	227,7	145,1	4875,0	2394,4	2,1	0,0	0,0
		32 / 4 x	70,8	0,0	0,0	1171,4	1,0	1171,4	1,0
	112665,9	4·Σ			41306,3	100463,8	89,2	69079,8	61,3
440	404,32 / 475,64	40 / 2 y	51,3	51,3	2155,1	9807,6	6,5	7652,5	5,1
		40 / 4 x	15,9	0,0	0,0	6604,3	4,4	6604,3	4,4
		32 / 4 y	144,3	98,1	3296,5	5961,0	3,9	2664,5	1,8
		32 / 4 x	44,9	0,0	0,0	3843,4	2,5	3843,4	2,5
		32 / 4 y	227,7	145,1	4875,0	3449,7	2,3	0,0	0,0
		32 / 4 x	70,8	0,0	0,0	2226,6	1,5	2226,6	1,5
	151053,5	4·Σ			41306,3	127570,6	84,5	91965,72	60,9

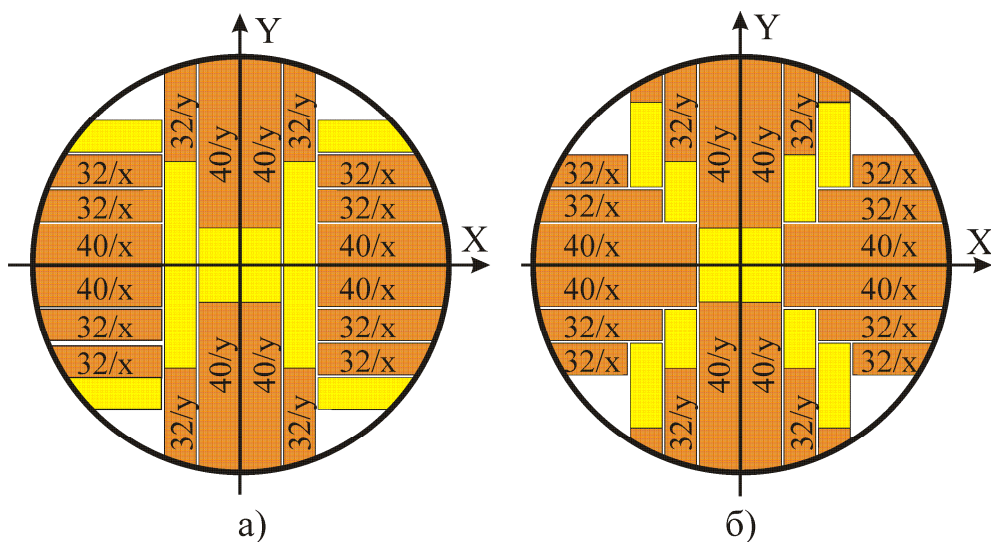


Рис. 2. Схема виходу повністю радіальних односторонніх пиломатеріалів за двома способами розкрою: а) розвальню-сегментним; б) розвальню-сегментно-кутовим: ■ – повністю радіальні пиломатеріали; ■ – пиломатеріали, кут радіальності яких менше 60°

З рис. 2 можна побачити, що вихід повністю радіальних пиломатеріалів, отриманий за розвальню-сегментно-кутовим способом розкрою, збільшується за рахунок випилювання ширших перших дощок, розташованих паралельно осі X.

Висока частка виходу радіальних пиломатеріалів пояснюється також тим, що на даному етапі нашого дослідження ми враховували всі дошки, у яких була хоча б якась частина з кутом радіальності, значення якого перевищує 60°. У подальших наших спостереженнях ми накладатимемо умову, яка обмежуватиме мінімальну ширину цієї частини дошки, і якщо вона не входить в ці межі, то вилучатиметься з подальшого розрахунку.

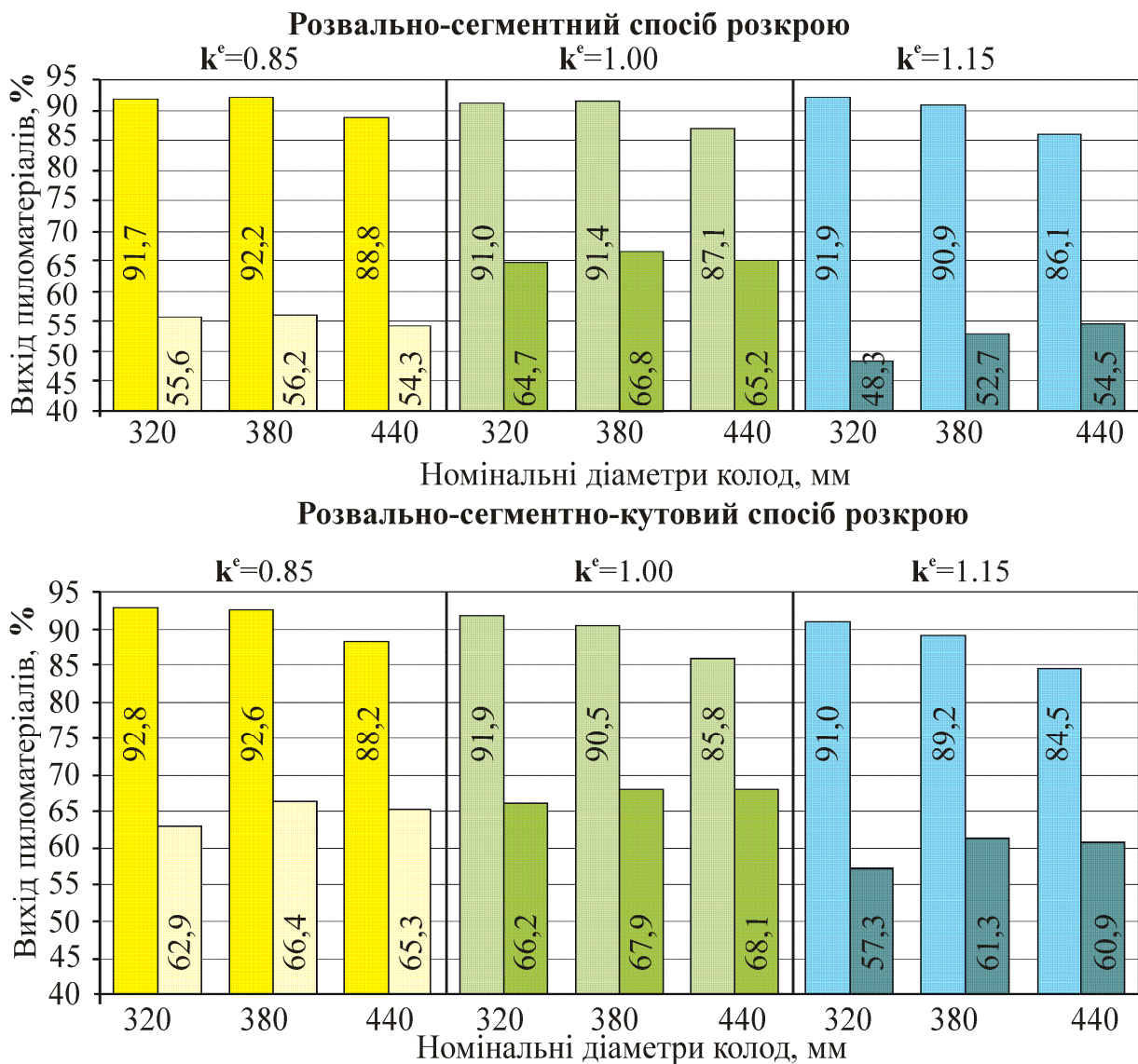


Рис. 3. Діаграма порівняння загальних виходів радіальних пиломатеріалів для різних способів розкрою та при різних еліптичностях їх поперечного перерізу

З діаграми (рис. 3) бачимо, що еліптичність поперечного перерізу колоди по-різному впливає на вихід радіальних пиломатеріалів під час розкрою колод різними способами. Наприклад, внаслідок розкрою колод $d^H = 32$ см розвальню-сегментним способом вихід радіальних пиломатеріалів зменшується з 64,7% до 55,6% при $k^e=0,85$ (тобто, на 9,1%), для 38 см – на 10,6% і 44 см – 10,9%. Що ж до розвальню-сегментно-кутового способу, то за цих самих умов ми отримали такі результати: 32 см – на $(66,2-62,9)=3,3\%$, 38 см – на 1,5% і 44 см – 5,2%.

Аналогічні результати ми отримуємо і для колод з коефіцієнтом еліптичності поперечного перерізу $k^e=1,15$. З цих результатів можна зробити висновок про те, що за наявності еліптичності поперечного перерізу колоди хвойних порід доцільніше розкроювати розвальню-сегментно-кутовим способом. Під час проведення аналізу отриманих результатів розрахунку ми ще раз підтвердили наші припущення про те [2], що вихід радіальних пиломатеріалів зростає при орієнтуванні торця колоди більшим діаметром горизонтально.

Внаслідок порівняння отриманих виходів повністю радіальних пиломатеріалів під час розкрою колод хвойних порід різними способами, ми з'ясували,

що розвальню-сегментно-кутовий спосіб забезпечує деяке збільшення виходу повністю радіальних пиломатеріалів порівняно з розвальню-сегментним, а саме:

- для колод діаметром 32 см: $k^e=0,85$ – на $(62,9-55,6)=7,3\%$; $k^e=1,00$ – $1,5\%$; $k^e=1,15$ – $9,0\%$;
- для колод діаметром 38 см: $k^e=0,85$ – на $10,2\%$; $k^e=1,00$ – $1,1\%$; $k^e=1,15$ – $8,6\%$;
- для колод діаметром 44 см: $k^e=0,85$ – на $11,0\%$; $k^e=1,00$ – $2,9\%$; $k^e=1,15$ – $6,4\%$.

Проте це не остаточні результати, бо не враховано довжини колоди, що не дає змоги достовірно встановити об'ємний вихід пиломатеріалів. Тому наступним нашим кроком буде врахування довжини колоди, кривизни поздовжньої її осі, твірної поверхні, яка визначатиме її місцезнаходження у стовбурі деревини, і, на завершення, обчислення об'єму повністю радіальних пиломатеріалів з врахуванням вад деревини.

Висновок

1. Досліджено виходи радіальних пиломатеріалів під час розкрою колод хвойних порід розвальню-сегментним і розвальню-сегментно-кутовим способами, внаслідок чого виявлено, що останній з точки зору виходу пиломатеріалів є найбільш доцільнішим для впровадження у виробництво.

2. У процесі проведення дослідження використано концептуальний підхід до визначення придатного способу розкрою колод на пиломатеріали, особливість якого полягає в обчисленні загальної площі торців повністю радіальних пиломатеріалів і обчисленні показника ефективності використання розкроюваного матеріалу. З використанням цього критерію такий підхід дає змогу зпоміж декількох способів вибрати оптимальний.

3. Проведено числовий експеримент, у якому виконували розрахунки необхідних поставів для двох способів розкрою колод при різних діаметрах і еліптичності поперечного перерізу торця, а також площі торців повністю радіальних пиломатеріалів і ефективності використання розкроюваного матеріалу.

4. На основі проведеного аналізу отриманих результатів розрахунку встановлено, що розвальню-сегментно-кутовий спосіб розкрою збільшує вихід повністю радіальних пиломатеріалів порівняно з розвальню-сегментним для розглянутих діаметрів колод:

- від 7,3 до 11 % при $k^e=0,85$;
- від 1,1 до 2,9 % при $k^e=1,00$;
- від 6,4 до 9 % при $k^e=1,15$.

Література

1. Грицюк Ю.І., Яцишин С.І. Щодо методики визначення виду випиляних пиломатеріалів// Наук. вісник НЛТУ України: Зб. наук.-техн. праць. – Львів: НЛТУУ. – 2007, вип. 17.5. – С. 88-101.

2. Яцишин С.І., Грицюк Ю.І. Методика визначення та аналіз оптимальних схем розкрою колод на радіальні пиломатеріали// Наук. вісник НЛТУ України: Зб. наук.-техн. праць. – Львів: НЛТУУ. – 2007, вип. 17.1. – С. 136-147.

3. Яцишин С.І., Грицюк Ю.І. Розрахунок балансу деревини внаслідок розкроювання колод на радіальні пиломатеріали розвальню-сегментним способом// Науковий вісник НЛТУ України: Зб. наук.-техн. праць. – Львів: НЛТУУ– 2007, вип. 17.3. – С. 149-163.

4. Яцишин С.І., Грицюк Ю.І. Розрахунок балансу деревини під час розкрою колод хвойних порід розвальню-сегментно-кутовим способом на радіальні пиломатеріали// Науковий вісник НЛТУ України: Зб. наук.-техн. праць. – Львів: НЛТУУ– 2007, вип. 17.4. – С. 108-120.