

УДК 674.09:674.093

*Асист. В.О. Маєвський, канд. техн. наук;
проф. В.М. Максимів, д-р техн. наук – УкрДЛТУ*

ОСНОВНІ НАПРЯМИ ДОСЛІДЖЕНЬ У ТЕХНОЛОГІЇ ЛІСОПИЛЯННЯ

Розглянуто основні напрямки досліджень, які недостатньо вивчені у технології лісопиляння щодо вирішення проблеми раціонального розпилювання круглих лісо-матеріалів на специфікаційну пилопродукцію.

Assist. V.O. Mayevskyy; prof. V.M. Maksymiv – USUFWT

The main trends of investigation in sawing technology

It was considered the main not clearly understood trends of investigations in sawing technology. These trends are related to solution of sufficient sawing of round materials on the sawn timber.

Лісові ресурси є відновними і при дотриманні відповідного балансу між їх відновленням та використанням буде забезпечено екологічну рівновагу у навколишньому середовищі й отримано сировину для деревообробної та інших галузей, які використовують деревину. Тому одним із найважливіших завдань будь-якої матеріаломісткої галузі, зокрема й деревообробної, є отримання максимального виходу продукції. Необхідно зауважити, що під максимальним виходом пилопродукції можна розуміти як максимальний об'ємний вихід, так і максимальний ціннісний вихід. З точки зору реального виробництва, отримання максимального об'ємного виходу не завжди доцільне, оскільки виникають труднощі з реалізацією непередбаченої специфікацією пилопродукції (у багатьох випадках неходових типорозмірів і невідповідної якості). Отримання максимального ціннісного виходу є основним завданням для підприємств, що виробляють пилопродукцію з врахуванням її якості і розмірів. Зважаючи на те, що ні максимальний об'ємний, ні максимальний ціннісний виходи не враховують специфікацію, тобто об'єм виготовлення пилопродукції конкретної розмірно-якісної характеристики, то у такому випадку використовують поняття специфікаційний вихід, під яким розуміють забезпечення вимог специфікації (розмірно-якісні та кількісні показники) з мінімальними витратами сировини. Для загальної характеристики ціннісного та специфікаційного виходу пилопродукції, що враховують її якість, можна використати термін "якісний вихід".

На цей час проведено значну дослідницьку роботу у технології лісопиляння щодо вирішення проблеми раціонального розпилювання круглих лісоматеріалів на специфікаційну пилопродукцію, однак зважаючи на постійний розвиток науки та техніки, не всі можливості використано. Існує цілий ряд напрямів досліджень, які вивчено недостатньо. До таких напрямів необхідно віднести оцінювання розмірно-якісної характеристики колод, дослідження взаємозв'язку впливу на вихід пилопродукції реальної форми колоди, її якісних характеристик та способів розпилювання і виду колодопиляльного обладнання.

У дослідженні взаємозв'язку впливу різних факторів на вихід пилопродукції вплив реальної форми колоди та її якісних характеристик на вихід пи-

лопродукції необхідно вважати основним, а способів розпилювання і виду колодопиляльного обладнання – другорядним. Це пов'язано з тим, що для збільшення виходу пилопродукції відповідної якості вибір способу розпилювання і колодопиляльного обладнання повинен узгоджуватися з інформацією про реальну форму колоди та її якісні характеристики. Реальна форма колоди та її якісні характеристики є, в свою чергу, випадковими, складно прогнозованими і незалежними від другорядних факторів особливостями, тому їх можна розглядати окремо, а другорядні фактори – лише у взаємозв'язку з основними.

Незалежно від напрямку дослідження впливу реальної форми колоди та її якісних характеристик на вихід пилопродукції, всі отримані результати намагаються математично описати. За допомогою математичного опису можна моделювати віртуальну колоду (форму, вади) та провести імітацію її розпилювання з метою пошуку оптимального варіанту. Повніша інформація про колоду, особливо про її вади, є передумовою зростання якісного виходу пилопродукції. Фактично якість колоди, що характеризується внутрішніми та зовнішніми вадами, впливає на орієнтацію розпилювання, а не на конкретну схему розпилювання (постав), яка залежить від форми колоди і є в основному прерогативою об'ємного виходу.

Звичайно, ідеальний або близький до нього математичний опис реальної колоди з метою оптимізації її розпилювання потрібний, але якщо він вимагає значних трудовитрат, фінансових витрат і є дуже складним, то, очевидно, доцільніше розглядати форму колоди як геометричну фігуру, обертання, а якість колоди характеризувати наявними на її поверхні вадами. Прийняття форми колоди за зрізаний параболоїд обертання або зрізаний конус є малопридатним, тому що ці геометричні фігури не відображають її реальної форми, зокрема наявних у більшості колод, які поступають на розпилювання, еліптичності та кривизни. Для математичного опису форми колоди ефективніше використати еліптичний зрізаний параболоїд обертання або фігуру утворену обертанням твірної. Рівняння твірної необов'язково повинно бути ідеальним, для його отримання можна апроксимувати дані, оскільки в процесі розпилювання пиломатеріалів вади, що викривляють поверхню твірної, наприклад нарости, поверхневі сучки і т.п., вирізаються. Використання еліптичного параболоїда обертання для опису форми колоди підтверджується результатами сучасних досліджень [1, 2], у яких скановані через певний проміжок впоперек колоди поперечні секції апроксимують еліпсами. Заслуговує на увагу також варіант опису колоди за допомогою сплайнів [3].

Оцінювання якості колоди є набагато складнішим процесом, ніж оцінювання її розмірів та форми, оскільки деревина є природним продуктом, будову якого в кожному окремому випадку важко передбачити. Тому створення регресійних моделей за результатами експериментальних досліджень розпилювання обмеженої кількості сировини та їх використання для пошуку оптимального варіанту є неефективним, а гіпотезу про закономірність розподілу якісних зон в колодах [4-6] можна використати для загального прогнозування якісного виходу і лише умовно, без отримання інформації про дійсну якість пилопродукції. Однак, ця гіпотеза зовсім неприйнятна у випадку вирішення

локальної задачі пошуку оптимального варіанту розпилювання конкретної колоди. Загальні рекомендації щодо орієнтації колоди під час розпилювання за концентрацією сучків на її поверхні, за тріщинами, чи за іншими вадами [7] також не дають повної інформації про можливий якісний вихід пилопродукції. Окрім того, у деяких випадках, навпаки, можна отримати гірший результат. Так, наприклад, у роботі [8] встановлено, що незважаючи на можливість передбачення у 38 % колод октанта (1/8 частини) з найменшою концентрацією поверхневих сучків і відповідно до цього орієнтування колод перед їх розпилюванням, покращення ціннісного виходу порівняно з існуючими технологіями (сканування зовнішньої форми і за його результатами вибір варіанту розпилювання) не спостерігалось, ціннісний вихід зменшився.

Із розвитком науки та техніки з'явилися нові підходи до теоретичних і експериментальних досліджень, розширення меж застосування існуючого та створення нового математичного апарату. Зокрема, поява великої кількості комп'ютерних програм для ідентифікації та моделювання розмірів, форми і вад колоди, імітації та оптимізації її розпилювання на пилопродукцію стало наслідком широкого використання різних напрямків сучасних ЕОМ [9-11].

Результати численних досліджень проблеми раціонального розпилювання круглих лісоматеріалів на пилопродукцію свідчать, що й на сьогоднішній день не вичерпано всі можливості для збільшення ціннісного (специфікаційного) виходу пилопродукції (табл. 1).

Табл. 1. Основні результати попередніх досліджень, що оцінюють значення ціннісного виходу пилопродукції

Дослідники	Рік	К-сть колод	Вид	Збільшення ціннісного виходу, %
Steel P.H., Harless T.E., Wagner F.G., Kumar L., Taylor F.W. [12]	1994	6	Дуб червоний	10
Guddanti S., Chang S.J. [13]	1994...1998	10	Дуб червоний	12...28
Schmoldt D.L., Scheinman E., Rinnhofer A., Occena L.G. [14]	2000	100	Ялина Модрина	0...18
Ветшева В.Ф. [6]	2002		Сосна	6...39
Chang S.J. [15]	2003	1	Дуб червоний	≈ 30
Brdicko J., Orbay L, Tong Q. [8]	2003	30	Ялина Сосна	0...6

Аналіз результатів, наведених у табл. 1, свідчить, що відсоток збільшення ціннісного виходу знаходиться у дуже широких межах від 0 до 39 %. Такий значний розкид цієї величини зумовлений, з одного боку, недостатністю інформації, на підставі якої зроблено висновок щодо ймовірного збільшення відсотка ціннісного виходу, а з іншого – різним підходом до бази відносно якої встановлено відсоток збільшення ціннісного виходу. Так, висновок, зроблений на підставі статистичного опрацювання результатів розпилювання 6...10 колод [12, 13], а тим більше однієї колоди [15] викликає сумнів, адже у такому випадку не враховано можливі варіанти природної особливості кожної колоди. Результати досліджень В.Ф. Ветшевої [6], у яких відсоток збільшення цінніс-

ного виходу досягає 39 %, не можуть служити орієнтиром для таких досліджень, оскільки їх метою було підвищення ціннісного виходу за рахунок розпилювання групи колод (відземкових і невідземкових) різними поставами, а якісна характеристика кожної окремо взятої колоди не враховувалася.

Важливе значення для збільшення специфікаційного виходу пилопродукції має вибір ефективних способів розпилювання круглих лісоматеріалів, який повинен узгоджуватися з інформацією про реальну форму колоди та її якісні характеристики. Різноманітність розмірно-якісних характеристик пиловочної сировини, яка поступає на розпилювання, і вимог до пилопродукції потребує обґрунтованого підходу до вибору способів розпилювання. Вибраний спосіб повинен забезпечити виготовлення специфікаційної пилопродукції із мінімальними затратами сировини та з обов'язковим врахуванням породи, розмірно-якісної характеристики колод, призначення пилопродукції та якості і тривалості сушіння (з точки зору пожолобленості пилопродукції радіального, тангенціального чи змішаного випилювання). Вибір способу розпилювання також залежить від об'єму перероблюваної сировини, технологічності даного способу розпилювання та технічного забезпечення конкретного виробництва.

Способи розпилювання в основному розглядають з точки зору отримання максимального об'ємного або ціннісного виходів пилопродукції загального призначення, а випилювання пилопродукції спеціального призначення (радіального та тангенціального випилювання) – тільки для спеціалізованого виробництва (музичні інструменти, бочкова клепка, спортінвентар, суднобудування, мостобудування, клеєні конструкції, домобудування). Проте, зважаючи на сучасні реалії ринку, а саме значний попит на вироби з натуральної деревини, дедалі частіше замість знеособленої використовується пилопродукція радіального і тангенціального випилювання. Це зумовлено необхідністю забезпечення міцності конструкції виробу та надання відповідного естетичного вигляду, який визначається особливостями текстури деревини.

Для розпилювання колод в основному використовують розвальний і брусо-розвальний способи. Окрім перерахованих способів, колоди також розпилюють розвально-сегментним, брусо-сегментним, секторним, круговим або комбінованими способами. Цікавим є запропонований зірковий спосіб розпилювання колод на радіальні пиломатеріали із вертикальними річними кільцями з прямокутним і трикутним поперечним перетином [16, 17]. Заслугує на увагу також спосіб розпилювання колод паралельно до твірної. З метою ефективного розрахунку або прогнозування виходу пилопродукції для способів розпилювання повинен бути розроблений відповідний математичний апарат, який би враховував реальну форму, розміри колоди та її вади. Оскільки на даний час він практично створений тільки для розвального та брусо-розвального способів, то питання його розроблення для інших способів розпилювання залишається актуальним.

До останнього часу лісопиляння в Україні було орієнтовано на використання лісопиляльних рам і лише незначну частину складало інше колодопиляльне обладнання – стрічкопилкові та круглопилкові верстати. Переорієнтація підприємств на використання стрічкопилкових верстатів вимагає нових підходів, оскільки використання лісопиляльних рам є в багатьох ви-

падках економічно і технологічно не вигідним. Це зумовлено зменшенням об'єму перероблюваної сировини, необхідністю збільшення можливих варіантів способів розпилювання та об'ємного і якісного виходу пилопродукції. Використання суміжних, сумішених чи суміжно-сумішених поставів [18, 19] для встановлених на українських підприємствах лісопиляльних рам не вирішить проблеми збільшення об'ємного і якісного виходу за рахунок розпилювання різних діаметрів колод відповідними для конкретного діаметра поставами. А закупівля сучасних дороговартісних лісопиляльних рам з автоматичною зміною поставу за теперішніх економічних умов є не вигідною.

У випадку використання стрічкопилкових верстатів характерним є індивідуальний підхід до кожної колоди, менший пропи́л та більший об'ємний і якісний вихід порівняно з розпилюванням на лісопиляльних рамах, проте значно менша продуктивність. Однак, необхідно також зауважити, що технологічні потоки з головним стрічкопилковим колодопиляльним обладнанням дозволяють пристосувати технологічний процес до зміни способу чи схеми (поставу) розпилювання колод у випадку зміни їх розмірно-якісних характеристик. Зважаючи на те, що спостерігається тенденція зростання кількості стрічкопилкових верстатів, а на даний час не розроблено ні теоретичної бази, ні обґрунтованих практичних рекомендацій щодо їх ефективного використання, то дана проблема вимагає подальших досліджень.

Отже, для досягнення оптимального варіанту розпилювання колод на пилопродукцію необхідний комплексний підхід, який передбачає врахування оцінки розмірно-якісної характеристики колод взаємозв'язку впливу реальної форми колоди, її якісних характеристик та способів розпилювання і виду колодопиляльного обладнання.

Висновки

1. Підвищення ефективності розпилювання круглих лісоматеріалів на пилопродукцію заданої специфікації вимагає подальшого дослідження впливу реальної форми колоди, її якісних характеристик, способів розпилювання та виду колодопиляльного обладнання на вихід пилопродукції.
2. Вирішення цієї проблеми потребує розроблення математичного апарату для точнішого опису реальної форми колоди (еліптичний параболоїд, фігура утворена обертанням твірної або сплайни) та для оцінювання різних способів розпилювання колод.
3. Зростаюче використання стрічкопилкових верстатів на вітчизняних лісопиляльно-деревообробних підприємствах вимагає створення відповідної теоретичної бази для проектування технологічних потоків на їх основі та розроблення практичних рекомендацій щодо їх ефективного застосування.

Література

1. Thomas L. Analysis of 3-D hardwood log surface data using robust estimation and filtering methods, 2002// <http://www.csgrad.cs.vt.edu/~lithomas/robustestimation>.
2. Thomas L. 3D log data unrolling and primary detection of hardwood log surface defects, 2001// <http://www.csgrad.cs.vt.edu/~lithomas/primarystudy>.
3. Яковлев М.К. Совершенствование учёта и раскря круглых лесоматериалов на основе метода индивидуальных моделей: Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.21.05/ Белор. гос. технол. ун-тет. – Минск, 1995. – 19 с.

4. Ветшева В.Ф. Раскрой крупномерных брёвен на пиломатериалы – М.: Лесн. пром-сть, 1976. – 168 с.
5. Ветшева В.Ф., Малькевич М.В. Рациональный раскрой пиловочного сырья. – Красноярск: ПИК "Офсет". – 1993. – 149 с.
6. Ветшева В.Ф. Организация раскря брёвен с учётом качества пиловочника и выбра- тываемой пилопродукции// Деревообрабатывающая промышленность. – 2002, № 6. – С. 10-12.
7. Аксёнов П.П., Макарова Н.С., Прохоров И.К., Тюкина Ю.П. Технология пило- материалов. – М.: Лесн. пром-сть, 1976. – 480 с.
8. Brdicco J., Orbay L., Tong Q. Using external and internal log characteristics for log breakdown optimization// 5-th Int. Conf. on Image Processing and Scanning of Wood – Proceedings (Bad Waltersdorf, Austria, Europe). – 2003. – P. 115-124.
9. Occena L.G., Schmoltd D.L. GRASP – A prototype interactive GRaphic sawing program// MU-IE Technical Report 019501. – 1995. – 17 p.
10. TarGraf® computer program for sawmills, 1997// <http://www.horyzont.com.pl/~maciej/indexen.html>.
11. Winn M.F., Randolph H. Wynne R.H., Araman P.A. ALOG: A spreadsheet-based program for generating artificial logs// Forest Products Journal. – 2004. – V. 54 (1). – P. 62-66.
12. Steele P.H., Harless T.E.G., Wagner F.G., Kumar L., Taylor F.W. Increased lumber value from optimum orientation of internal defects with respect to sawing pattern in hardwood saw- logs// Forest Products Journal. – 1994. – V. 44 (3). – P. 69-72.
13. Guddanti S., Chang S.J. Replicating sawmill sawing with TOPSAW using CT images of a full-length hardwood log// Forest Products Journal. – 1998. – V. 48 (1). – P. 72-75.
14. Schmoltd D.L., Scheinman E., Rinnhofer A., Occena L.G. Internal log scanning: re- search to reality// Proceedings of the 28-th Annual Hardwood Symposium (Davis, West Virginia, USA). – 2000. – P. 103-114.
15. Chang S.J. Hardwood sawing optimization based on CT scanning of internal defects// 5-th Int. Conf. on Image Processing and Scanning of Wood – Proceedings (Bad Waltersdorf, Austria, Europe). – 2003. – P. 107-113.
16. Sandberg D. Radially sawn timber. Star-sawing – a new method for producing timber with vertical annual rings// Holz als Roh- und Werkstoff. – 1996. – V. 54. – P. 145-151.
17. Sandberg D., Holmberg H. Radially sawn timber. Gluing of star-sawn triangular profiles into form-stable products with vertical annual rings// Holz als Roh- und Werkstoff. – 1998. – V. 56. – P. 171-177.
18. Фергин В.Р., Шако О.И. Гибкие технологии лесопиления// Труды Московского государственного университета леса (электронный журнал <http://www.mgul.ac.ru/journal/ru/>) – 2001, № 1. – 21 с.
19. Фергин В.Р. Теория и расчет совмещенных поставов// Деревообрабатывающая промышленность. – 2000, № 2. – С. 4-7.

УДК 630*841.0015: 631.22 Доц. І.М. Озарків, канд. техн. наук – УкрДІТУ;
інж. Б.М. Перетятко¹ – м. Львів

ВОГНЕВІ ВИПРОБУВАННЯ ДЕРЕВИНИ

Наведено опис експериментальної установки, а також методика підготовки зрізів для вогневих випробувань і методика випробувань і методика проведення са- мих випробувань антипірених препаратів в деревині

Doc. I.M. Ozarkiv – USUFWT; B.M. Peretyatko¹ – L'viv

Wood fire testing

An experimental device and also the methods of samples preparation for the fire tests as well as the methods of performing the tests of fire-retardant preparations in wood are described in this article.

¹ Львівський інститут пожежної безпеки МНС України (Lviv Fire Safety Institute of Ukrainian Ministry of Extra Ordinal Situations)