

УДК 674.09:674.093

Доц. І.М. Сопушинський, канд. с-г. наук;
доц. В.О. Маєвський, канд. техн. наук; доц. І.С. Вінтонів, канд. біол. наук;
мол. наук. співроб. М.П. Сопушинська – НЛТУ України, м. Львів;
проф. Альфред Тайшінгер¹; проф. Пер Ангельстам²; маг. Роберт Аксельсон²

ЗВ'ЯЗОК ВЛАСТИВОСТЕЙ ДЕРЕВИНИ ТА ЯКОСТІ ВИРОБІВ З ДЕРЕВИНИ

Впровадження нових технологій встановлення параметрів якості деревини залежно від якості кінцевої продукції є одним з ефективних шляхів використання лісо-сировинних ресурсів та сталого розвитку деревообробної галузі. Основне завдання полягає в оптимізації передачі уніфікованої біологічної інформації щодо властивостей деревини від стовбура ростучого дерева до технологічних операцій виготовлення продукції із деревини.

Ключові слова: якість деревини, технологічний процес, оцінка якості деревини.

*Assoc. prof. I.M. Sopushynskyy; assoc. prof. V.O. Mayevskyy; prof. I.S. Vintoniv;
scient. M.P. Sopushynska – NUFWT of Ukraine, L'viv;
prof., dr. Alfred Teischinger¹; prof., dr. Per Angelstam²; mag. Robert Axelsson²*

Relationship between wood properties and wood product quality

Consequently, manufacturers often face problems in converting the versatile raw material into quality products and users of wood products are often frustrated with the performance variability found in finished products. The new measurement technologies, introduced in this paper, are some of the latest and most outstanding developments, that show the power to understand and manipulate diversity-rather than to eliminate it. It must be the main target to transform the inherent properties of the raw material wood, which are a result of a unique biological optimisation into the wood product performances best possible.

Keywords: Wood quality, wood process chain, wood quality assessment

Вступ

Деревина має різноманітні властивості, сформовані природним шляхом у ростучих деревах. Властивості деревини як анізотропного матеріалу залежать від цілого ряду чинників: деревної породи, лісорослинних умов, походження, віку тощо. Дослідження залежностей між властивостями деревини та виготовленої із неї продукції має принципове значення для раціонального використання деревинної сировини та виготовлення різноманітної продукції, зокрема пилопродукції і тріски для паперової та целюлозної промисловості [Matthek, Kubler 1995; Barnett, Jeronimidis 2003].

Взаємозв'язок властивостей деревини і продукції

Інформація про мінливість властивостей деревини є важливою характеристикою у технологічному процесі деревооброблення, оскільки якість та стабільність розмірів і форми виробів з деревини є першочерговою ознакою для споживачів. Аналіз широкого спектра властивостей деревини є складним, з одного боку, у межах окремо взятого ростучого дерева та впливу на них різноманітних лісівничих чинників та чинників довкілля, а з іншого – стосовно

¹ університет природних ресурсів і прикладних життєвих наук, Відень (University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna)

² школа підготовки лісових інженерів Шведського університету с.-г. наук (School for Forest Engineers, Swedish University of Agricultural Science, Skinnkatteberg)

залежностей між властивостями деревини та готової продукції з неї (рис. 1.) [Kellomäki 2002].

Відмінності у структурі та хімічному складі деревини у межах стовбура окремої деревної рослини, між різними деревами та вплив лісорослинних умов зростання є істотними і вони впливають на експлуатаційні характеристики виробів із деревини. Під час дослідження залежностей між властивостями деревини та виготовленої із неї продукції необхідно враховувати специфічні вимоги до деревини як сировини для:

- дерев'яних конструкцій (меблів, столярно-будівельних виробів, домо-, судно-, вагоно-, автобудування, бондарного виробництва тощо);
- музичних інструментів та спортивного інвентарю;
- деревинно-композиційних матеріалів;
- хімічної промисловості;
- паперово-целюлозної промисловості;
- отримання енергії.

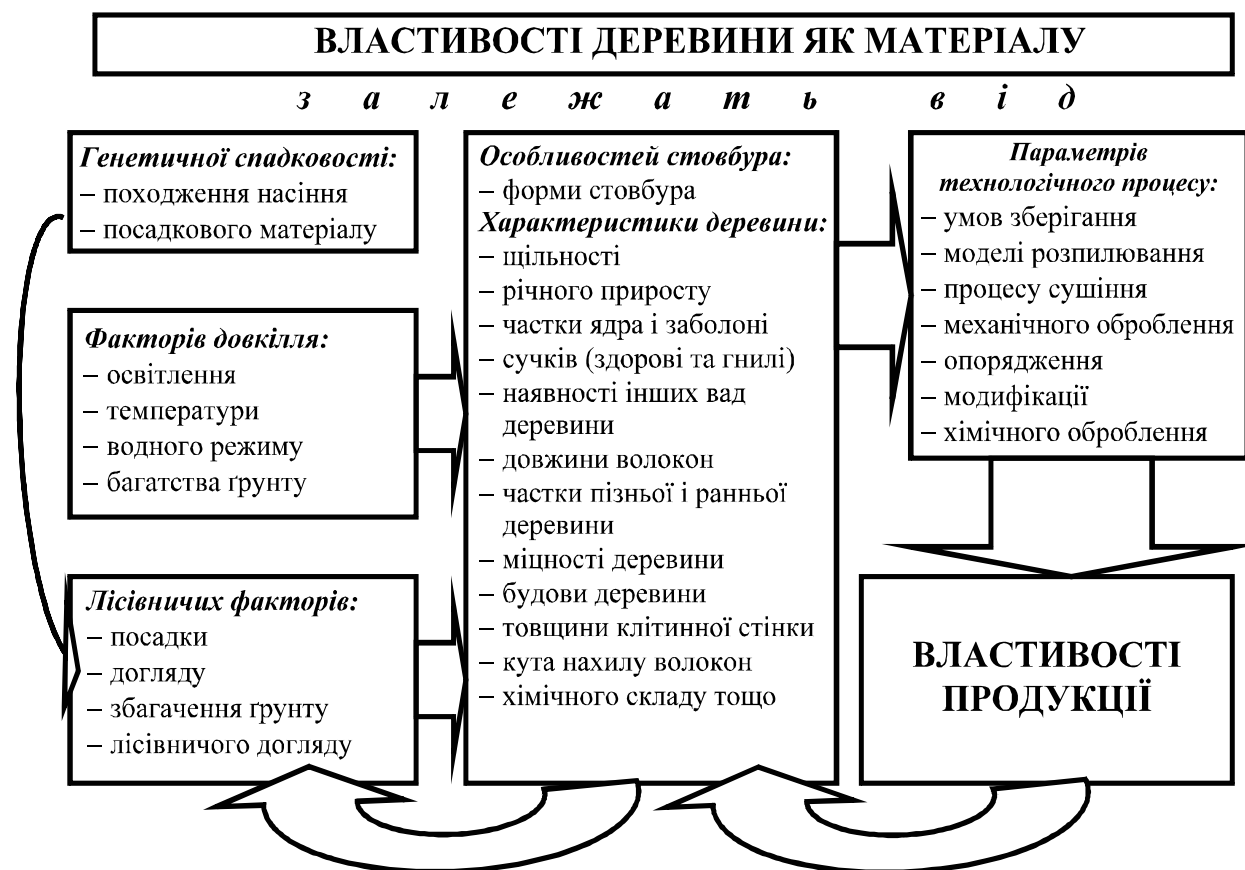


Рис. 1. Зв'язок властивостей деревини та продукції

Оцінка якості деревини

Важливим є групування характеристик деревини з подібними властивостями для цілеспрямованого використання, а також вивчення мінливості властивостей деревини (залежно від сучків, напряду волокон, зміни кольорових відтінків тощо) у кінцевих виробках із деревини. Оптимізація процесів розпилювання круглих лісоматеріалів для отримання пилопродукції з визначеними властивостями та їх врахування для виготовлення кінцевої продукції (сортування за міцністю та структурою) забезпечує добротний матеріал для високоякісних виробів із деревини.

Зростаючі потреби підприємств, що переробляють деревину у стратегічній сировині стали важливою передумовою розроблення нових методів оцінки якості деревини з метою її ефективного використання. Дискусії про зростання потреби у деревинній сировині та суспільну відповідальність за збереження природного біорізноманіття продовжуються до цього часу, оскільки деревина та деревинно-композиційні матеріали є важливим джерелом для отримання готових виробів та енергії – з одного боку, а з іншого – хижацьке ставлення до лісових ресурсів неминуче призведе до занепаду промисловості, пов'язаної з переробкою деревини і порушення екологічної рівноваги у навколишньому середовищі, що спричинить природні катаклізми.

Важливою проблемою для підприємств, що переробляють деревину, є визначення параметрів її якості та якості продукції з неї. Зокрема: для целюлозно-паперової промисловості особливе значення має варіація властивостей деревини та деревних волокон; а для деревообробної та меблевої промисловості – вимоги до якості деревини, що базуються на сортуванні круглих лісоматеріалів і пилопродукції та вимоги стабільності форми і розмірів готових виробів.

Оцінка якості деревини круглих лісоматеріалів для виготовлення пилопродукції охоплює такі основні характеристики:

- щільність деревини – висока щільність загалом означає високу міцність та пружність;
- однорідність річних кілець – важлива ознака декоративної та привабливої текстури;
- ширина річних кілець – перехід від ранньої до пізньої деревини та їх відсотковий вміст по-різному впливають на щільність і текстуру деревини та технологічний процес її оброблення;
- частка безсучкової деревини – прямоволокниста деревина характеризується максимальною міцністю, а нахил волокон та їх завилькувате розміщення є небажаними;
- ювенільна та реактивна деревина – їх вміст повинен мінімізуватись;
- вміст екстрактних речовин – визначає стійкість та колір деревини.

Оцінка якості деревини для виготовлення паперу охоплює такі основні параметри:

- щільність деревини – визначає кількість волокон на одиницю об'єму;
- хімічний склад – важливий для виготовлення целюлози;
- довжина та товщина волокон – параметри, які визначають механічну та друкарську якість паперу.

Високоякісна деревина характеризується незначною мінливістю властивостей та можливістю прогнозування фізико-механічних властивостей і стійкості проти біологічних шкідників.

Ланцюговий процес постачання деревини передбачає такі два етапи: лісогосподарський та технологічний, основним завданням яких є забезпечення максимально повною і достовірною інформацією про деревину як матеріал, тобто інформацією про характеристику деревної породи, об'єм, розміри, якісні параметри тощо. Вимоги споживача до якості деревини та її вартості є базовою передумовою для забезпечення ланцюгового процесу постачання деревинної сировини. Розчленування такого ланцюгового процесу на менші частини веде до ускладнення інформаційного потоку.

Дедалі більше споживачів деревини висувають вимоги до розмірно-якісної характеристики деревинної сировини при постачанні. Типові партії деревини свідчать, що більшість її можна віднести до різних категорій якості, а бажаним якісним властивостям відповідає тільки її невелика частина. Вартість цієї частини висока, але в загальному вартісному еквіваленті є незадовільною. Таке співвідношення є передумовою для розвитку нових видів продукції з менш якісної деревини, в основі яких лежить целюлоза та папір. Встановлено, що якість друкарського паперу у технологічному процесі залежить від варіації властивостей стружки деревини на 30...40 % [Lundqvist 1999], що спонукає до зваженого підбору деревинної сировини для виготовлення паперу.

Одним із шляхів вирішення проблеми постачання деревинної сировини з бажаними розмірно-якісними характеристиками споживачу є її сортування за заданими основними ознаками, проте такий шлях є дороговартісним і не завжди ефективним. Тому для підвищення ефективності постачання деревинної сировини з бажаними розмірно-якісними характеристиками доцільно розвивати прогресивне плантаційне лісове господарство. Оскільки стан і тенденція розвитку плантаційного лісового господарства свідчать, що плантації мають тільки 5 % від вкритої лісової площі земної поверхні, але забезпечують 35 % загальної потреби в круглих лісоматеріалах [Carle et al. 2002]. У світовому масштабі у складі насадження домінантними породами є сосна та евкаліпт.

Деревина є анізотропним матеріалом з широким спектром фізичних та механічних властивостей. Порівняно із іншими матеріалами, деревина як матеріал має ієрархічну будову – нано-, мікро- та макроструктуру. Тому, метод визначення якості деревини повинен базуватись на характеристиках лісових насаджень, дерев, стовбурів, сорту лісоматеріалу, волокна, кута нахилу мікрофібрил, хімічного складу мікрофібрил тощо. Важливе значення для визначення якості деревини має знання варіації різних властивостей та зв'язок між різними характеристиками. Для отримання готової продукції відповідної якості у процесі її виготовлення необхідний контроль на кожній стадії технологічного процесу, а відсутність ефективних методів визначення якості деревини є основною причиною отримання низькоякісної продукції.

Підприємства – споживачі деревини, часто незадоволені високою мінливістю властивостей деревини як матеріалу. Однією з важливих передумов задоволення потреб споживачів у якісній деревині є використання неруйнуючих методів для оцінки її якості. Основною метою цих методів є визначення фізико-механічних властивостей деревини без руйнування її цілісної структури для подальшого раціонального використання за призначенням.

Показником раціонального використання круглих лісоматеріалів є забезпечення виготовлення необхідної кількості високоякісних виробів з деревини з мінімальними витратами сировини. Такий підхід вимагає розвитку сучасних методів оцінки якості деревини, які на первинному етапі її перероблення забезпечили б позитивний кінцевий результат. Тому, на сьогодні сформовано два основних експериментальних методи оцінки якості деревини:

- оцінка якості стовбурів ростучих дерев, використовуючи сучасні методи лісової інвентаризації;

- оцінка якості окремо взятого круглого лісоматеріалу, беручи до уваги його зовнішні та внутрішні характеристики.

Одним з прогресивних напрямів в оцінюванні якості деревини є впровадження системи СільвіСкан (SilviScan®) Робертом Евансом в Австралії. СільвіСкан є автоматичною установкою для визначення властивостей деревини та деревних волокон, що забезпечує необхідною інформацією технологічні процеси виготовлення виробів з деревини [Evans 1994, 1999]. Така нова система дає змогу швидко визначити якість деревини ростучих дерев у лісових насадженнях та плантаціях (рис. 2).

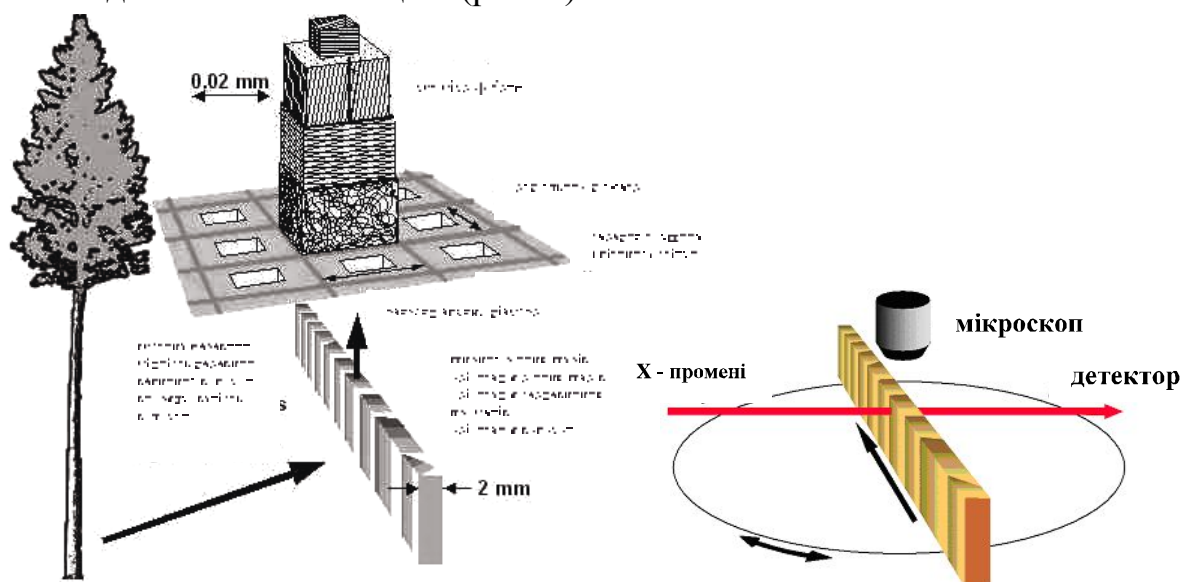


Рис. 3. Визначення властивостей деревини [CSIRO/internet]

Використання Х-променів у системі СільвіСкан (SilviScan®) дає змогу визначити такі показники, як діаметр волокна, товщина клітинної стінки, кут нахилу волокон, ширина річних шарів, частка пізньої деревини, кут мікрофібрил, напрям волокон тощо. Такий технічний потенціал дає змогу закартовувати лісові масиви з відповідною базою даних про наявні насадження, що дасть змогу в майбутньому вибирати деревину, яка задовольнятиме вимоги конкретного споживача. Нещодавно було презентовано третю генерацію СільвіСкан у Швеції. Найбільш успішні підприємства зацікавлені в отриманні максимального виходу високоякісної деревини, що пов'язано із виробництвом кінцевого високоякісного виробу.

Обговорення скануючих технологій

Аналіз технологій сканування колод [Mueller, Teischinger 2001, Маєвський 2004] засвідчив придатність обладнання для зовнішнього сканування до оцінювання розмірів і форми колоди та неповну відповідність обладнання внутрішнього сканування вимогам, які ставляться до нього. Для обладнання внутрішнього сканування – частково вирішено техніко-технологічні вимоги, зокрема, ті що стосуються розмірів реконструкційного кола і отвору (колода повинна повністю міститися в реконструкційному колі та отворі), черговості циклу сканування (технологічний процес повинен функціонувати три зміни п'ять днів на тиждень) та швидкості сканування (за швидкості сканування колоди до 1,2 м/хв., колода довжиною 3 м буде скануватися близько

150 с, а її розпилювання 30...110 с залежно від виду колодопиляльного обладнання, швидкості та схеми розпилювання і діаметра колоди.). Проте жодна з відомих технологій внутрішнього сканування не є адаптованою до якості зображень, особливо для колод з корою, а також немає ефективних комп'ютерних програм, які б дали змогу якісно ідентифікувати і математично точно описати вади деревини. Зокрема, складно якісно ідентифікувати такі вади як тріщини (оскільки після розпилювання колоди тріщина на пилопродукції може змінити розміри), серцевину, річні кільця (зумовлено великою частотою річних кілець, їх малими розмірами та ексцентричністю, і наявними сучками, що зменшують кількість річних кілець на зображенні). Навіть ідентифікація такої важливої сортовизначальної вади як сучки, незважаючи на більшу густину їх деревини, не є повністю вирішеним завданням. А експлуатаційно-економічні (промислове оточення, вартість сканера і його обслуговування) та екологічні (радіаційна безпека людини, навколишнього середовища і сканованої деревини) вимоги потребують додаткових досліджень і подальшого розв'язання.

Незважаючи на певні труднощі в експлуатації сучасної скануючої техніки та її високу вартість провідні підприємства її використовують. Так наприклад, на лісопиляльному заводі Шаффер (Schaffer) в Австрії встановлено промисловий комп'ютерний томограф, який дає змогу сканувати круглі лісоматеріали діаметром до 70 см і довжиною до 5 м. Швидкість сканування становить 1,2 м/хв. Такий технологічний процес дає змогу на підставі отриманих даних прогнозувати внутрішню будову колоди у тривимірній моделі, зокрема визначити варіацію щільності, співвідношення ядрової та заболонної деревини, а також виявити сучки, тріщини, живичники, розміщення річних кілець та серцевини ще перед розпилюванням [Rinnhofer 2001, 2002].

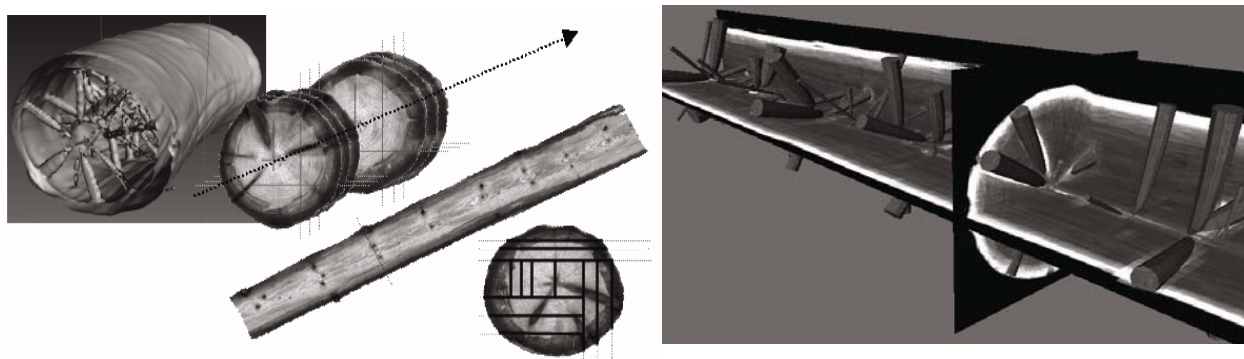


Рис. 3. X-променева томографія деревини
(by courtesy of A. Rinnhofer, Joanneum Research, Graz)

Оптимізація технологічного процесу

Отримана інформація про внутрішню структуру колоди разом із її об'ємним зображенням є базовою для оптимізації технологічного процесу та отримання високоякісної пилопродукції. А оцінка характеристик круглих лісоматеріалів дасть змогу встановити їх збалансовану вартість. Використання всіх згаданих параметрів оцінки якості деревини дає змогу оптимізувати розпилювання кожної окремої колоди, а також відповідно до якісних характеристик виготовляти вироби з деревини заданої якості (рис. 5).



Рис. 4. Оптимізація технологічного процесу лісопилення

Результати впровадження нових методів оптимізації технологічного процесу лісопилення в Австрії засвідчують, що вихід високоякісної пилопродукції зріс на 18 %.

Висновки. Забезпечення раціонального використання деревини полягає у:

- врахуванні у базі даних лісових насаджень характеристик деревини з подібними властивостями для цілеспрямованого використання;
- вивченні і врахуванні мінливостей деревини (сучків, напрямку волокон, зміни кольорових відтінків тощо) у кінцевій продукції;
- оптимізації технологічних процесів перероблення деревини для отримання продукції з визначеними властивостями та врахуванням її подальшого використання.

Література

1. Barnett, J. R., Jeronimidis, G. (2003). Wood Quality and its Biological Basis. Blackwell Publishing, Oxford.
2. Carle J., Vuorinen P., Del Lungo A. (2002). Status and trends in global forest plantation development. Forest Products Journal 52 (7/8): 12-23.
3. Evans R. (1994). Rapid measurement of the transverse dimensions of tracheids in radial wood sections from Pinus radiata. Holzforschung 48 (2): 168.
4. Evans R. (1999). A variance approach to the x-ray diffractometric estimation of microfibril angle in wood. Appita J 52 (4): 283.
5. Kellomäki S. (2002). Novel methods for tailoring wood properties. Wood Wisdom closing seminar. Dipoli, Finland.
6. Lundqvist S-O. (1999). Future user requirements – the demand side: Wood raw material for pulp and paper. In: Wood properties for industrial use. 2nd workshop, COST Action E 10, p 36-40. Tapada Nacional de Mafra, Portugal.
7. Mattheck C., Kubler H. (1995). Wood – the internal optimization of tress. Springer Verlag, Berlin.
8. Müller U., Teischinger A. (2001). Scanning-Technologien in der Holzwirtschaft – State of the Art-Report. Holzforschung und Holzverwertung 53 (3): 53-56.
9. Rinnhofer, A. (2001). Mit Computer Tomographie zum Sägewerk der Zukunft. Österreichische Forsttagung 2001, 4. – 7. Juli 2001, Universität für Bodenkultur Wien.
10. Rinnhofer, A. (2002). Forschungsarbeiten im Bereich Holz des Institutes für digitale Bildverarbeitung. Informationstag "Holzforschung Österreich", 27.09.2002, Murau. Kompetenznetzwerk Holz, FFF – Forschungsförderungs-fonds für die gewerbliche Wirtschaft Wien.
11. Маєвський В.О. Аналіз способів оцінювання розмірно-якісної характеристики колод// Наук. вісник УкрДЛТУ: Зб. наук.-техн. праць. – Львів: УкрДЛТУ. – 2004, вип. 14.1. – С. 72-77.