

За високочастотним виходом активного кросовера отримуємо АЧХ (рис. 8).

$$K_{BЧ}(w) = \frac{w^4}{(w^2 - \sqrt{2}ww_0 + w_0^2)(w^2 + \sqrt{2}ww_0 + w_0^2)},$$

а вираз для ФЧХ співпадає з (1).

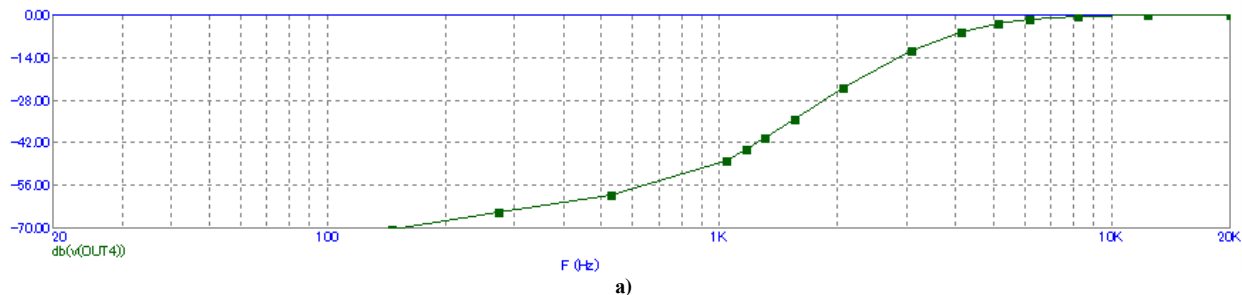


Рис. 8. АЧХ ВЧ-каналу обробки для частоти поділу 4кГц

Простим тестом перевірки кросовера є додавання сигналів з його виходів:

$$K(jw) = K_{HЧ}(jw) + K_{BЧ}(jw).$$

Модуль $K(jw)$ є частотонезалежний $K(w)=1$, вираз для аргументу $j(w)$ такий же, як (1). Це свідчить про відсутність амплітудних і фазових спотворень в зоні сумісної дії головок гучномовців навколо частоти поділу.

Висновки

В статті отримані формули для розрахунку АЧХ і ФЧХ вузлів та в цілому двосмугового активного кросовера на основі фільтра Лінквіца-Райлі з фазовою ланкою, наведено методику розрахунку його елементів. Проведений аналіз свідчить про те, що активний кросовер в зоні сумісної дії гучномовців, формує сумарний електричний сигнал без амплітудних і фазових спотворень. Тому в акустичному полі, яке створюють гучномовці при правильному їх налаштуванні, також будуть відсутні спотворення, які викликані їх одночасною роботою.

Література

1. Чернецкий М. Кроссоверы и контроллеры акустических систем // ж. Звукорежиссер [Електронний ресурс] / Чернецкий М. – 2002. – № 5. – Режим доступу до журн.: <http://www.audioproducer.625/net.ru>.
2. Алдошина И.А. Электроакустика и звуковое вещание / Алдошина И.А., Вологдин Э.И., Ефимов А.П.; под. ред. Ковалгина Ю.А. – М.: Горячая линия – Телеком, Радио и связь, 2007. – 892 с.
3. Мошиц Г. Проектирование активных фильтров / Г. Мошиц, П. Хорн. – М.: «Мир», 1984. – 318 с.

Надійшла: 11.05.2012 р.
Рецензент: д.т.н. Злепко С.М.

УДК 681.3.07

Й.Й. БІЛИНСЬКИЙ, Т.М. КРИСАК, О.В. СОКОЛОВСЬКИЙ
Вінницький національний технічний університет

КЛАСИФІКАЦІЯ МЕТОДІВ І ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ КРУГЛИХ ЛІСОМАТЕРІАЛІВ

У статті проведено аналіз методів вимірювань об'ємів круглих лісоматеріалів та запропоновано їх класифікацію.

In the article the analyses of measuring methods of round timber's volume was done and their classification was suggested.

Ключові слова: вимірювання об'ємів, круглий лісоматеріал, класифікація.

Вступ. Така галузь народного господарства, як деревообробна нині переживає бурхливий підйом. Питання точного обліку сировини і продукції, що виробляється, є одним з найважливіших в умовах ринкових стосунків і постійної боротьби за мінімізацію витрат виробництва.

Існує велика кількість різноманітних методів вимірювання об'єму лісоматеріалів. Усі вони відрізняються один від одного, як по фізичних принципах, закладених в їх основу, так і по способах обчислення об'єму [1].

Особливістю круглих лісоматеріалів є високий рівень похибок вимірювання об'єму, що призводить

до недостач або надлишків при ревізіях залишків лісоматеріалів на складах, коливанням витрати деревини на одиницю продукції при переробці. Більшість методів вимірювання об'єму круглого лісу були розроблені більше 20 років тому і дають низьку точність. Похибка вимірювання існуючими методами може досягати 20%. Наприклад, систематична похибка вимірювання об'єму круглого лісу по ДСТУ 2708-75 досягає 11%, хоча встановлені стандартом норми припускають до 5%. Проблема якісного вимірювання об'єму у сфері лісової промисловості очевидна, тому поява нових технологій і інструментальних засобів вимагає перегляду підходів до методів виміру об'єму круглого лісу, з метою підвищення точності вимірювання.

Основна частина. Всі методи вимірювання об'єму круглих лісоматеріалів можна розділити на дві групи: контактні та безконтактні.

Контактні – це методи, при яких процес вимірювання відбувається шляхом безпосередньої взаємодії з об'єктом вимірювання. Вони полягають у приведенні вимірювального засобу в контакт з об'єктом і порівнянні його, у такий спосіб, з одиницею вимірювання. Такі методи поєднують у собі статистичну вибірку, занурення колоди у воду, вимірювання маси колоди та виконання лінійних вимірювань [3]. Недоліки контактних методів полягають у тому, що всі ці методи мають велику трудоемність і важко піддаються автоматизації. Людський фактор відіграє велику роль у технології вимірювання контактними методами, а він може привести до збільшення похибки вимірювання. Пошук і розробка нових контактних методів вимірювання об'єму круглого лісу є безперспективною, так як трудоемність методів, які задовольнятимуть стандартам по точності вимірювання, виявляється досить високою, і їх використання є нерентабельним [1].

Безконтактні – це методи, при яких процес вимірювання полягає в реєстрації відбитого випромінювання (різної природи) від об'єкту вимірювання та комп'ютерної обробки результатів реєстрації. Це дозволяє забезпечити такі переваги: відсутність безпосереднього контакту з об'єктом вимірювання; висока точність та об'єктивність вимірювання; висока продуктивність, мінімізація витрат. Недоліками безконтактних методів, на перший погляд, є те, що при їх реалізації дещо ускладнюється технологія та необхідно застосовувати додаткове устаткування. До безконтактних методів відносяться фотограмметрія (фотометричні методи), ультразвукові коливання (ультразвукові методи) і світлові хвилі (оптичні методи). Фотографічні методи отримання кількісної інформації мають багато переваг порівняно зі звичайними вимірюваннями, протоколюванням та іншими способами фіксації, а саме досить високу точність і об'єктивність відтворення [7].

Основою безконтактних методів вимірювання корисного лісоматеріалу є визначення геометричних характеристик об'єкту. Безконтактні методи дозволяють вирішити проблеми виробництва, пов'язані з недостатньою точністю, великою кількістю браку, зносом вимірювального устаткування. Вони мають ряд переваг, основними з яких є висока точність вимірювання, швидкодія тощо.

На основі проведеного літературного огляду розроблено класифікацію методів вимірювання об'єму круглих лісоматеріалів, яка наведена на рис. 1.

Відповідно за принципом вимірювання методи поділяють на геометричні, вагові, ксилметричні та електронні.

Геометричні – базуються на вимірюванні геометричних розмірів колоди (довжини, діаметру), та на основі отриманих даних обчислюють об'єм. Геометричні відносяться до опосередкованих методів вимірювання і діляться на два основних класи: групові і поштучні [7].

Групові – це методи, які дозволяють вимірювати загальний об'єм декількох колод (у пакеті або в штабелі), що передбачає використання показника пропорційного до об'єму колод в партії, і визначення за цим показником об'єму партії. Показниками пропорційними до об'єму партії можуть бути: сумарний об'єм штабеля колод, маса колод, число пакетів колод або число колод в партії. До них відносяться: штабельний, гідростатичний, ваговий та атро методи. Основною перевагою даних методів є більш висока продуктивність і менші витрати на вимірювання, що досягається заміною суцільних дорогих поштучних вимірювань кожної колоди на вибіркові вимірювання. Недоліком групових методів є те, що вони не забезпечують прийнятну похибку вимірювань, яка при визначенні об'єму невеликих партій лісоматеріалів може становити до 25% [2].

Поштучні – це методи, що дозволяють виміряти об'єм кожної колоди окремо. Вони передбачають вимірювання діаметра та довжини кожної одиниці, обчислення об'єму за прийнятою моделлю колоди. До них відносяться метод серединного перерізу, секційний метод, метод Смаліана, метод верхнього діаметра і середнього збігу. Поштучні методи є традиційними для вимірювання об'єму колод, похибка вимірювань при їх використанні є незначною. Проте основним недоліком поштучних методів є низька продуктивність вимірювань, адже витрачається час та зусилля на вимірювання об'єму кожної колоди [3].

Методи лічби – це групові методи вимірювання об'єму партії. Для обчислення об'єму колод в партії використовують середній об'єм колоди або середній об'єм пакету, який встановлюється і корегується за результатами вибірових вимірювань після обліку кожних 20 тис.м³ асортименту. Методи лічби можуть бути застосовані при державному обліку заготовленої деревини для усіх асортиментів окрім асортиментів з цінних порід деревини [2].

Штабельний метод є основним груповим методом вимірювання об'єму деревини. Встановлення коефіцієнтів штабелів за результатами вимірювання об'єму колод у вибірці методом кінцевих перерізів забезпечує точність параметрів об'ємів заготовленої деревини, виміряних штабельним методом і методом

кінцевих перерізів [7].

Метод серединного перерізу є найбільш відомим і традиційним поштучним методом вимірювання об'єму круглих лісоматеріалів. Об'єм колод визначають множенням площі поперечного перерізу на середині довжини колоди на довжину колоди. Моделлю колоди для визначення об'єму при цьому методі є циліндр з діаметром, що відповідає серединному діаметру колоди, і завдовжки дорівнює довжині колоди [2].

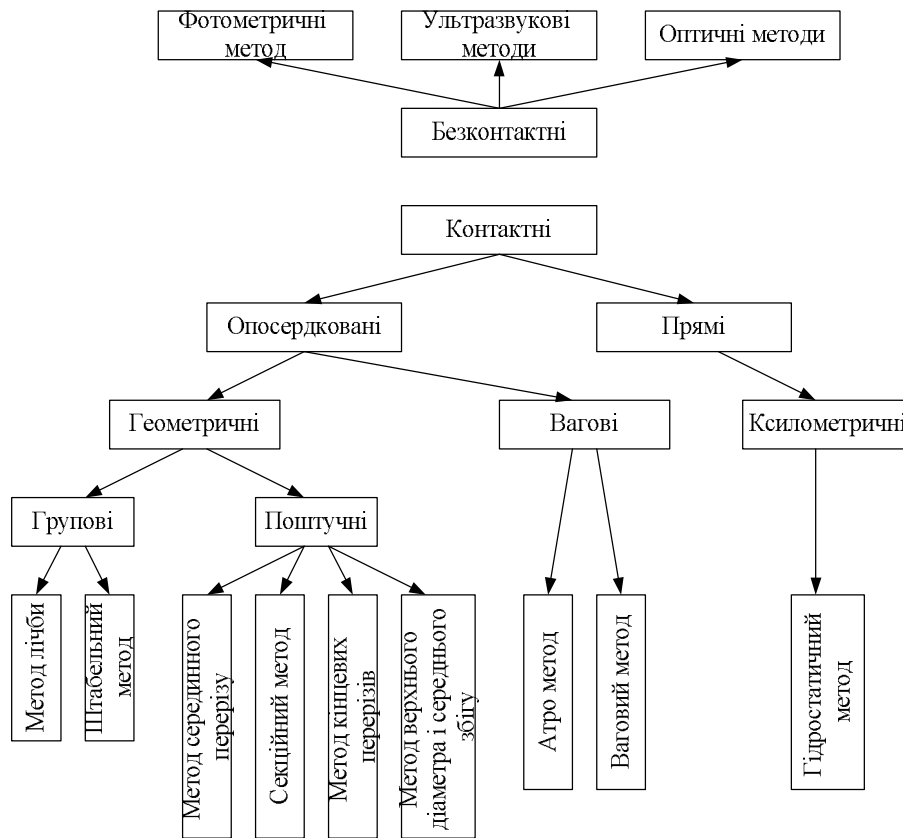


Рис. 1. Класифікація методів вимірювання об'єму круглого лісоматеріалу

У лісовій таксації точні вимірювання об'єму деревних стволів і колод традиційно проводять вимірами по секціях. Це необхідно для складання математичних моделей і таксаційних таблиць. При ручних вимірюваннях ствол або колоду розбивають на секції однакової довжини не більше 2 м, лісовою вилкою вимірюють діаметр на середині довжини кожної секції і за методом серединного перерізу обчислюють її об'єм. Об'єм колоди або ствола дорівнює сумі об'ємів.

Метод верхнього діаметру і середнього збігу передбачає обчислення об'єму по верхньому діаметру колоди. Зручність вимірювання верхнього діаметру колоди є перевагою методу і причиною його широкого поширення в практиці лісової промисловості й торгівлі. Проте вимірювання одного верхнього діаметру не дозволяє врахувати збіг кожної колоди. Метод базується на припущенні, що усі колоди з однаковими значеннями верхнього діаметру і довжини мають однаковий об'єм і збіг, що відповідає середньому збігу, який встановлений з проведених вибіркового вимірюваннях. Таке допущення призводить до зниження точності вимірювання об'єму в порівнянні з методами, розглянутими вище, які дозволяють врахувати збіг кожної колоди.

Метод кінцевих перерізів (метод Смаліана) є другим традиційним для лісової таксації методом поштучного вимірювання об'єму колод. Відповідно до назви методу обчислення об'єму проводять по площі верхнього і нижнього торця колоди. Моделлю колоди при цьому методі є два циліндри: один з діаметром, що відповідає верхньому діаметру колоди, а інший – з діаметром, що відповідає нижньому діаметру. Довжина циліндрів визначається половиною довжини колоди.

Вагові методи передбачають знаходження об'єму колоди шляхом вимірювання її маси.

Атро метод виміру об'єму лісоматеріалів є фізичним груповим методом вимірювання об'єму партії лісоматеріалів діленням сухої маси лісоматеріалів в партії на їх базисну щільність [7].

Ваговий метод полягає безпосередньо у визначенні маси колод і в подальшому визначення її маси.

Гідростатичний метод вимірювання об'єму колод – це метод, заснований на вимірюванні при повному зануренні колод у воду. Метод широко застосовують на целюлозних заводах Фінляндії замість поштучних методів для вибіркового вимірювання об'єму балансів. Питомий об'єм балансів, використовуваний для перерахунку маси в об'єм, встановлюють за вибіркового вимірюваннями об'єму колод гідростатичним методом. Метод базується на законі Архімеда [5].

Прикладом реалізації оптичного методу може служити автоматична система вимірювання об'єму

круглого лісу "Алмаз" [5,8]. Ця система заснована на застосуванні сенсорів випромінюючих і фіксувальних світлових хвиль. Сенсори розташовані на відстані 1,5мм один від одного, що дозволяє створити модель колоди. Ця система призначена для поштучного вимірювання з урахуванням кори. Сфера застосування цієї системи лісопилне виробництво, де гостро стоїть питання оптимізації розпилювання лісу й відповідно важливі дані про кривизну кожної окремо взятої колоди, визначення об'єму відходить на другий план. Метод представлений системою "Фотоскан-авто" підрозділяється на два етапи [9]. Перший – за допомогою лазерної лінії на пачках, що проїжджає (швидкість 3-5 км/годину) через систему лісовоза, з трьох сторін створюється контур. Другий – стереопара (дві відеокамери) передає зображення контура на комп'ютер, де і відбувається його обробка з метою приведення у відповідність.

У сучасних приладах для вимірювання об'єму круглого лісоматеріалу також часто використовують оптико-звуковий метод. Наприклад, за допомогою універсальної вимірювальної установки «Экорондер» фірми Hecht -Electronic (Німеччина) можна виконувати перехресне вимірювання колод. Аналогічний вимірювач колод від фірми Baljer & Zembrod (Німеччина) має рухливий передавач і нерухомо закріплений приймач з пристроєм для обробки отриманих даних. Протягом усього процесу вимірювання виробляється контроль похибок вимірювання, а оптичні і ультразвукові сенсори піддаються функціональному контролю. Під час вимірювання швидкість подачі колод обмежується 60 м/хв. Прилад, що використовує ультразвук, є і в арсеналі "Автоматика-вектор" – називається він Vektor-Sonic. Цей прилад в одній площині використовує звичайні інфрачервоні лінійки, а в іншій – ультразвукові сенсори відстані [6].

Відомі прилади, що працюють з інфрачервоними випромінювачами. У їх конструкцію входять спеціальний комп'ютер (контролер) і дві або чотири вимірювальні лінійки, які при вимірюванні колоди розташовуються вертикально по обох його сторонах. На кожній лінійці є безліч інфрачервоних випромінювачів і приймачів. У момент виявлення об'єкту прилад автоматично перемикається в режим вимірювання. Одна колода може бути виміряна в сотнях і тисячах точок. Його реальний діаметр вибирається з безлічі отриманих значень по спеціальному алгоритму, який відсіває чинники, що заважають. Результатом вимірів є усі геометричні параметри колоди.

Недоліком усіх сучасних приладів, які працюють на безконтактних методах вимірювання, є їхня висока ціна та необхідність утримання висококваліфікованого персоналу.

Висновки. Провівши аналіз методів вимірювання об'ємів круглих лісоматеріалів можна сказати, що найменше недоліків мають безконтактні методи вимірювання. Саме у цій області відбувається інтенсивний пошук найбільш оптимальних рішень, як з точки зору точності, так і з точки зору швидкодії і мінімізації витрат. Можна виділили три основні напрями досліджень в цій області з позиції природи реєстрованого випромінювання. Оптичні і ультразвукові методи вимірювання об'єму в процесі реєструють випромінювання джерелом якого самі ж і являються. Це дещо ускладнює технологію і вимагає додаткового устаткування. Вимірювання параметрів об'єкту на підставі зображення отриманого за допомогою фото або відеокамер використовує природне освітлення. І в цьому відношенні фотометричний метод найменш вимогливий до кількості і складності устаткування. У випадку, якщо немає необхідності в контролі внутрішньої структури об'єкту вимірювання, то фотометричні методи вимірювання є найбільш перспективними через приведенні вище причини.

Література

1. Шегельман И.Р. Поштучный учет и приемка лесоматериалов. Пороки и дефекты древесины / Шегельман И.Р. – СПб. : ПРОФИКС, 2006. – 136 с.
2. Справочник по круглым лесоматериалам. Лесэксперт, 2003 г.
3. Самойлов А.Н. Анализ существующих методов измерения лесоматериалов. Труды Международных научно-технических конференций «Интеллектуальные системы» (AIS'06) и «Интеллектуальные САПР» (CAD-2006) : научное издание в 3-х томах / Самойлов А.Н. – М. : Физматлит, 2006. – Т. 2. – 334–341 с.
4. ДСТУ 2708-75 Лісоматеріали круглі. Таблиці об'ємів.
5. Автоматизовані системи обліку круглого лісоматеріалу "АЛМАЗ" [Електронний ресурс]. – Режим доступу : www.dtm.ptlan.com
6. Облік і сортування лісоматеріалів. Оптимізація технологій лісообробки, модернізація обладнання [Електронний ресурс]. – Режим доступу : www.a-vektor.ru
7. Самойлов А.Н. Классификация и определение основных направлений развития методов измерения объема круглого лесоматериала / А.Н. Самойлов // Научный журнал КубГАУ, № 24 (8).
8. Самойлов А.Н. Фотометрический метод формирования и обработки данных, торцов круглых лесоматериалов / А.Н. Самойлов // Научный журнал КубГАУ, № 26 (2).
9. Милчев М.Н. Цифровые фотоаппараты / Милчев М.Н. – [2-е изд.]. – СПб. : Питер, 2004–250 с.
10. Прэтт У.К. Цифровая обработка изображений / Прэтт У.К. – Мир, 1982. – 2 Т.
11. «Лесопром информ», № 3 (28) 2009 ст.73

Надійшла 12.5.2012 р.
Рецензент: д.т.н. Кичак В.М.