

зразків. Основний екстремум кривої DTG, який відповідає процесам полуменевого горіння продуктів деструкції зразків 1 і 3, порівняно із зразками 2 і 4, зміщений до нижчих температур.

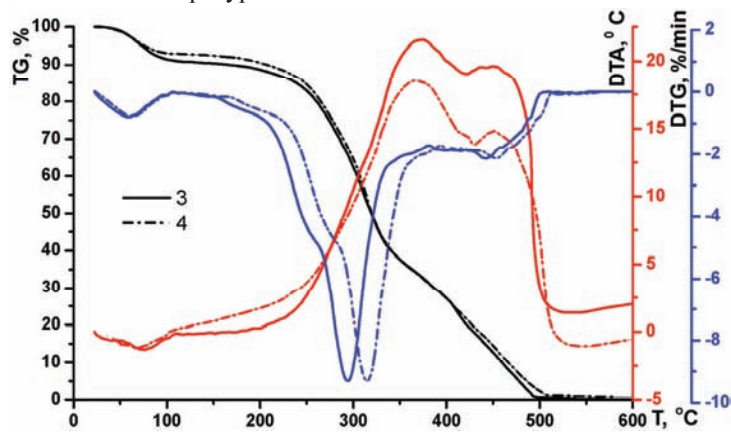


Рис. 3. Термограма зразків 3 і 4

Зростання інтенсивності перебігу деструктивних, термоокисних процесів у зразках із більшим ступенем подрібнення можна пояснити збільшенням їх питомої поверхні.

**Висновки.** За даними комплексного термічного аналізу, зразок трирічної верби має більшу теплотворну здатність, порівняно із зразком однорічної верби. Полуменеве горіння легких продуктів розкладу цього зразка та згорання його карбонізованого залишку супроводжується значнішим тепловим ефектом, порівняно із зразком однорічної деревини. Збільшення ступеня подрібнення зразків підсилює інтенсивність перебігу в них деструктивних, термоокисних та гетерогенно-окисних процесів під час нагрівання.

### Література

1. Соуфер С. Биомасса как источник энергии / С. Соуфер, О. Заборски. – М. : Изд-во "Мир", 1985. – 368 с.
2. Василишин Р.Д. Энергетика лісових екосистем: основні напрями та тенденції наукових досліджень / Р.Д. Василишин // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2013. – Вип. 23.2. – С. 31-36.
3. Лакида П.І. Нормативи оцінки компонентів надземної фітомаси дерев головних лісотвірних порід України: довідник (нормативно-виробниче видання) / П.І. Лакида, Р.Д. Василишин, А.Г. Лашенко, А.Ю. Терентьев та інші. – К. : Вид. дім "ЕКО-інформ", 2011. – 192 с.
4. Лакида П.І. Надземна фітомаса та вуглецево-енергетичний потенціал ялицевих деревостанів Українських Карпат : монографія / П.І. Лакида, Р.Д. Василишин, О.М. Василишин. – Корсунь-Шевченківський : Вид-во ФОП В.М. Гавришенко, 2010. – 240 с.
5. Гелетуша Г.Г. Сучасний стан та перспективи розвитку біоенергетики України / Г.Г. Гелетуша, Т.А. Железна // Нетрадиционная энергетика. Промисловість. Теплотехніка : зб. наук. праць. – 2010. – № 3. – С. 73-79.
6. Івахів В. Энергетична верба як рішення для малих міст України / В. Івахів // Українська енергетика : зб. наук. праць. – 2012. – № 12. – С. 7.
7. Gabbott P. Principles and Applications of Thermal Analysis / P. Gabbott. – Blackwell Publishing, 2008. – 464 p.

8. Хзмалян Д.М. Теория топочных процессов : учебн. пособ. [для студ. ВУЗов по спец. "Котло- и реакторостроение"] / Д.М. Хзмалян. – М. : Изд-во "Энергоатомиздат", 1990. – 352 с.

Надійшла до редакції 25.05.2016 р.

### Ялечко В.И., Кочубей В.В., Гнатышин Я.М., Павловский Ю.П. Термический анализ древесины ивы *Salix viminalis*

Методом комплексного термогравиметрического и дифференциального термического анализа исследовано влияние возраста быстрорастущей энергетической ивы *Salix viminalis* на её теплотворную способность. Установлено, что трехлетняя ива имеет большую теплотворную способность по сравнению с однолетней. Об этом свидетельствует появление более крупных экзотермических эффектов на кривых ДТА, которые сопровождают процессы пламенного горения и сгорания карбонизованного остатка образцов. Увеличение степени измельчения образцов способствует росту эффективности их горения. Об этом свидетельствует интенсивная потеря массы образцов на всех стадиях термолитиза и рост экстремумов на кривых ДТА.

**Ключевые слова:** термический анализ, энергетическая ива, биотопливо, дериватограф, термограмма.

### Yalechko V.I., Kochubey V.V., Hnatyshyn Y.M., Pavlovskiy Yu.P. Thermal Analysis of Willow Wood (*Salix Viminalis*)

The influence of the age of fast-growing energy willow *Salix Viminalis* on its calorific value is investigated by the method of complex thermogravimetry and differential thermal analysis. It is established that the three year-old willow has higher calorific value as compared with a year-old willow. This is evidenced by the emergence of a more significant exothermic effects on DTA curves that accompany the processes of flaming combustion and combustion carbonized residue of samples. Increasing the degree of grinding of samples promotes combustion efficiency. This is evidenced by intense mass loss of samples at all stages of thermolysis and growth the extremums on DTA curves.

**Keywords:** thermal analysis, energy willow, biofuel, derivatograph, thermogram.

УДК 647.038.3:681.2.083

### НЕРУЙНІВНИЙ КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ФАНЕРИ З АВТОМАТИЗОВАНИМ СЕЛЕКТИВНИМ СОРТУВАННЯМ

О.С. Баранова<sup>1</sup>, М.П. Василенко<sup>2</sup>, І.Ю. Скрипник<sup>3</sup>, В.М. Головач<sup>4</sup>

Розглянуто проблему автоматизації процесу виявлення внутрішніх дефектів фанери з подальшим селективним сортуванням залежно від їх кількості у листі. В умовах сучасного виробництва для дефектоскопії фанери найчастіше застосовують метод ручного простукування, який потребує значних затрат часу. Тому виникає потреба у створенні обладнання неруйнівного контролю для визначення розшарованих областей фанери на ранніх стадіях виробництва або контролю її якості на кінцевих стадіях.

Запропоновано метод автоматизованого маркування та селективного сортування фанери на кінцевому етапі виробництва за кількістю наявних дефектів, який дасть змогу істотно пришвидшити процес дефектоскопії.

**Ключові слова:** фанера, неруйнівний контроль, метод вільних коливань, селективне сортування.

<sup>1</sup> аспір. О.С. Баранова – НУ Біоресурсів і природокористування України, м. Київ;

<sup>2</sup> асист. М.П. Василенко, канд. техн. наук – Київський національний університет технологій та дизайну, м. Київ;

<sup>3</sup> ст. наук. співроб. І.Ю. Скрипник, канд. техн. наук – Український гідрометеорологічний інститут, м. Київ;

<sup>4</sup> ст. наук. співроб. В.М. Головач, канд. техн. наук – НУ Біоресурсів і природокористування України, м. Київ

**Вступ.** Істотного підвищення якості фанери можна досягти шляхом удосконалення виробництва і методів контролю якості продукції. У сучасних умовах дедалі більшого поширення набуває неруйнівний контроль продукції на окремих етапах виробництва.

Найпоширенішим методом автоматизованого неруйнівного контролю фанери є ударно-акустичний [1]. Акустичні хвилі легко проникають у будь-який матеріал, активно взаємодіють з атомами решітки і найчастіше надають унікальну інформацію про середовище поширення. За допомогою акустичних методів у фанері можливо знайти поверхневі та внутрішні дефекти, тобто порушення суцільності, неоднорідності структури, дефекти склейки тощо [1].

Результати вимірювань можна використовувати як для селективного сортування матеріалу, так і для автоматизованого коригування технологічних процесів виготовлення матеріалу.

**Результати дослідження.** За наявності у листі фанери такого дефекту розшарування, структуру локальної ділянки, де знаходиться дефект, можна представити у вигляді двох пластини, опертих по краях, з повітряним прошарком між ними. Умовне зображення такої ділянки показано на рис. 1.

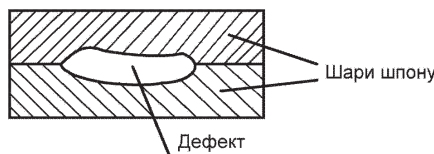


Рис. 1. Умовне зображення ділянки фанери з дефектом

Модель дефекту в такому вигляді дає підстави припустити, що за механічного впливу на виріб з композитного матеріалу ударним методом, у ньому, залежно від наявності на ділянці дефекту, будуть виникати різні за формою та величиною акустичні коливання. Аналіз кількості та спектрального складу на різних ділянках композитного матеріалу дасть змогу виявляти дефекти ударним методом, при цьому інформативними параметрами можуть бути резонансні частоти коливань елементів дефекту, амплітуда та затухання коливань [2, 3].

Контроль якості доцільно здійснювати на фінальному етапі виробництва, шляхом підрахунку кількості дефектів на кожному листі. Селективне сортування можна здійснити на основі отриманих даних про кількість дефектів, залежно від якої продукцію буде віднесено до певної умовної категорії. Автоматизацію процесу селективного сортування можна здійснити зі застосуванням установки, структурну схему якої наведено на рис. 2. Установка складається з ударного давача, підсилювача, аналого-цифрового перетворювача, мікропроцесора, цифрового індикатора, зворотного перетворювача та маркерного пристрою.

Маркерний пристрій переміщується вздовж однієї зі сторін листа фанери за ударним давачем. Ударний давач містить у собі ударник з п'єзоелементом та котушку соленоїда для керування переміщенням ударника. Керування переміщенням здійснюється шляхом подачі на соленоїд напруги живлення від зворотного перетворювача, внаслідок чого створюється магнітне поле, яке притягує ударник. Після вимкнення напруги магнітне поле зникає і ударник під дією си-

ли тяжіння вдаряє по досліджуваній ділянці фанери. Сила удару є набагато меншою за межу міцності деревини [1], тому не виникає пошкоджень фанери.

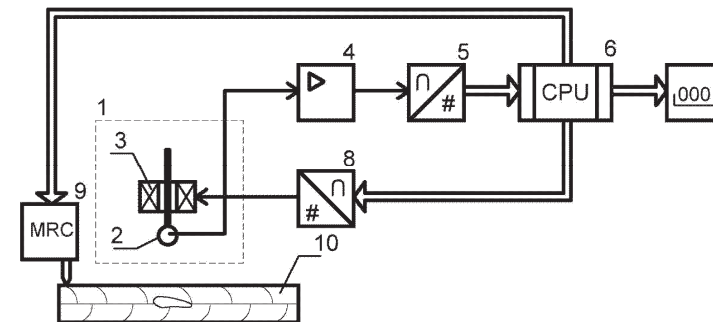
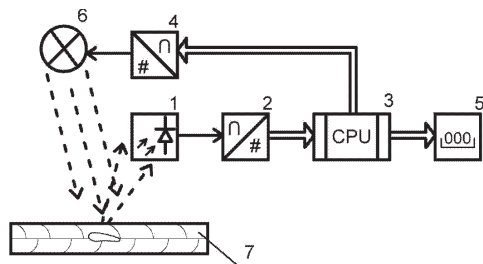


Рис. 2. Установка для неруйнівного контролю та автоматизованого селективного сортування: 1) ударний датчик; 2) ударник з вбудованим п'єзоелементом; 3) соленоїд; 4) підсилювач; 5) аналого-цифровий перетворювач; 6) мікропроцесор; 7) цифровий індикатор; 8) зворотний перетворювач для керування ударником; 9) маркерний пристрій; 10) контрольований матеріал

Внаслідок удару в матеріалі виникають коливання, за частотним спектром та кількістю пульсацій сигналу яких можна судити про розміри та глибину залягання дефекту [3]. Коливання, спричинені ударником, перетворюються п'єзоелементом в електричний сигнал, який підсилюється, перетворюється у цифровий код та надходить на мікропроцесор, де аналізується. Результати аналізу виводяться на цифровий індикатор. У разі наявності дефекту маркерний пристрій за командою від мікропроцесора наносить на край фанерного листа відзначку фарбою, видимою лише в ультрафіолетовому випромінюванні. У разі відсутності дефектів позначка не наноситься. Застосування такої фарби дасть змогу приховати всі позначки у видимому світлі, не спричиняючи ефекту забрудненості продукції. Після повного затухання коливань давач переміщується на нову ділянку і процес повторюється до повного завершення дефектоскопії листа у всіх попередньо визначених точках.

Селективне сортування оброблених таким чином листів може бути здійснене двома шляхами. На лист фанери направляється потік ультрафіолетового випромінювання, в якому мітки починають світитися. Кількість міток можна оцінити візуально, на основі чого зробити висновок про придатність цього листа фанери до використання та про його якість. Процес можна автоматизувати шляхом застосування для оцінки кількості міток оптичного приймача. Схему такої установки наведено на рис. 3.

За командою з мікропроцесора ультрафіолетова лампа вмикається. Під дією ультрафіолетового випромінювання мітки починають світитися у видимому діапазоні. Світло від міток, через спеціальний світлофільтр, який пропускає лише випромінювання з довжиною хвилі, яка відповідає випромінюванню від фарби, надходить на оптичний приймач. Вихідний сигнал приймача залежить від кількості нанесених на лист міток і чим вона вища, тим більше на листі дефектів і тим нижча його якість.



**Рис. 3. Структурна схема установки для селективного сортування:** 1) оптичний перетворювач; 2) аналого-цифровий перетворювач; 3) мікропроцесор; 4) зворотний перетворювач для керування лампою; 5) цифровий індикатор; 6) ультрафіолетова лампа; 7) лист фанери з нанесеними фарбою мітками

Застосування запропонованої системи в поєднанні з автоматизованою лінією дасть змогу одразу відправляти фанеру на відповідні склади для продукції певної сортності або сигналізувати про потребу переналаштування виробничої лінії у разі надто високого рівня браку.

**Висновки.** Запропонована система дає змогу здійснювати швидкий неруйнівний контроль якості фанери та її автоматизоване селективне сортування. Як мікропроцесорну систему можна застосувати персональний комп'ютер з відповідним програмним забезпеченням.

Запропонований спосіб контролю та селективного сортування дає змогу значно пришвидшити процеси сортування та контролю якості фанери на кінцевому етапі виробництва.

### Література

1. Головач В.М. Аналіз реакції елементів фанери на ударні впливи / В.М. Головач, О.С. Баранова // Лісове і садово-паркове господарство : електронний фаховий журнал. – 2015. – № 8. – С. 123-136.
2. Баранова О.С. Дефектоскопія композитних матеріалів з застосуванням ударно-акустичного методу неруйнівного контролю / О.С. Баранова // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – К. : Вид-во КНУТД. – 2015. – № 6(92). – С. 150-156.
3. Головач В.М. Аналіз впливу характеристик дефекту фанери на кількість пульсацій вихідного сигналу ударного датчика / В.М. Головач, О.С. Баранова // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2015. – Вип. 25.10. – С. 280-286.

Надійшла до редакції 04.05.2016 р.

### Баранова О.С., Василенко Н.П., Скрипник І.Ю., Головач В.М. Неразрушаючий акустический контроль качества фанеры с автоматизированной селективной сортировкой

Рассмотрена проблема автоматизации процесса обнаружения внутренних дефектов фанеры с последующей селективной сортировкой в зависимости от их количества. В условиях современного производства для дефектоскопии фанеры применяется метод ручного простукивания, который требует значительных временных затрат, поэтому возникает необходимость создания оборудования неразрушающего контроля для определения расслоенных областей фанеры на ранних стадиях производства или контроля ее качества на конечных стадиях.

Предложен метод автоматизированной маркировки и селективной сортировки фанеры на конечном этапе производства по количеству наличествующих дефектов, который позволяет существенно ускорить процесс дефектоскопии.

**Ключевые слова:** фанера, неразрушающий контроль, метод свободных колебаний, селективная сортировка.

### Baranova O S., Vasilenko M.P., Skrypnyk I.Yu., Golovach V.M. Non-destructive Acoustic Quality Control of Plywood with Automated Selective Sorting

The problem of plywood internal defects detection with the next selective sorting depending on the number of defects is studied. Nowadays the most common method of plywood non-destructive testing is the manual acoustic method. Such method is time-consuming, so it is necessary to create the non-destructive testing equipment to detect the bundle defect at the early production stages or to perform the quality control at the final production stages. The method automated defects marking and selective sorting of plywood at the final production stages by the number of detected defects that allow increasing the non-destructive testing speed is proposed.

**Keywords:** plywood, non-destructive testing, free oscillations method, selective sorting.

УДК 621.9:048.6

### ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ МАТРИЦІ ВИРУБНОГО ШТАМПУ

М.В. Бойко<sup>1</sup>, О.Т. Велика<sup>2</sup>, С.Є. Ляковська<sup>3</sup>, Н.-Т.І. Великий<sup>4</sup>

Проведено розрахунок конструкції матриці вирубного штампу на міцність і жорсткість методом скінчених елементів. Для цього побудовано 3D модель матриці і виконано розрахунок за допомогою прикладної бібліотеки APMFEM, яка призначена для виконання експрес-розрахунків твердотільних об'єктів у системі КОМПАС-3D і візуалізації результатів цих розрахунків. На основі аналізу отриманих результатів оптимізовано існуючу конструкцію матриці, яка задовольняє умови її експлуатації. Запропонований аналіз розрахунку дає змогу перейти до вдосконаленого варіанта конструкції матриці, що забезпечує рівномірний розподіл навантаження по периметру контуру деталі, яка вирубється.

**Ключові слова:** матриця, вирубний штамп, пуансон, скінченно-елементний аналіз.

**Вступ.** Штамп – інструмент, призначений для надання деталі заданої конфігурації за допомогою пластичної деформації заготовки або поділом її на частини. Для кожної деталі потрібен свій штамп. Класифікують штампи за технологічними і конструктивними ознаками.

До технологічних належать: виконувана операція – вирубання, гнуття, витяжка; ступінь складності операцій (поєднання операцій). До конструктивних ознак належать: способи з'єднання робочих частин, фіксація заготовок, методи знімання та видалення виробів у процесі штамповки.

Назву штампу визначає виконувана операція: вирубку виконують на вирубних штампах, витяжку – витяжними, згинання – згинальними і т. ін. Принципова відмінність цих штамів полягає в конструкції деталей технологічного призначення – пуансона та матриці [1]. Вирубкою називають вирізування матеріалу по замкнутому контурі на пресах із застосуванням штамів для отримання зовнішнього контуру деталі.

<sup>1</sup> ст. викл. М.В. Бойко – НУ "Львівська політехніка";

<sup>2</sup> доц. О.Т. Велика, канд. техн. наук – НУ "Львівська політехніка";

<sup>3</sup> асист. С.Є. Ляковська, канд. техн. наук – НУ "Львівська політехніка";

<sup>4</sup> студ. Н.-Т.І. Великий – НУ "Львівська політехніка"