

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

МАЗУРЧУК СЕРГІЙ МИКОЛАЙОВИЧ

УДК 674.093.6; 620.179.119

**ЗАСОБИ УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ЗАГОТОВОК
З ДЕРЕВИНИ ДУБА**

05.23.06 – технологія деревообробки,
виготвлення меблів та виробів з деревини

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ – 2016

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Національному університеті біоресурсів і природокористування України Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник кандидат технічних наук, доцент
Коваль Валерій Степанович,
Національний університет біоресурсів
і природокористування України,
доцент кафедри технології деревообробки

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Максимів Володимир Михайлович,
Державний вищий навчальний заклад
Національний лісотехнічний університет України,
директор Навчально-наукового інституту
деревооброблювальних технологій і дизайну,
професор кафедри технологій лісопиляння, столярних
і дерев'яних будівельних виробів

кандидат технічних наук
Білецький Михайло Олексійович,
ТОВ «Веланс»,
заступник директора з наукової роботи

Захист відбудеться «07» грудня 2016 року о 13⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради К 26.004.11 у Національному університеті біоресурсів і природокористування України за адресою: 03041, м. Київ, вул. Генерала Родимцева, 19, навчальний корпус № 1, кімната 97

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Національного університету біоресурсів і природокористування України за адресою: 03041, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 13, навчальний корпус № 4, кімната 41а

Автореферат розісланий « » листопада 2016 року

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

Н. В. Буйських

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. На сьогодні ліси України характеризуються нерівномірним розподілом лісонасаджень за групами віку зі значним переважанням молодняків і середньовікових дерев (70–80 % від усіх площ) та недостатньою кількістю стиглих та перестійних дерев (6–15 %), що призводить до ускладнення забезпечення лісопильних підприємств якісною сировиною, у т. ч. деревиною дуба. Такий стан призвів до того, що більшу частину лісосировини, з якої виготовляють заготовки, становить низькоякісна деревина – пиловник 3-го сорту й технологічна сировина. Окрім того, висока вартість сировини, що сьогодні перевищує 4000 грн за 1 м³, значна витрата деревини, яка у деяких випадках сягає 5,0 м³ на 1 м³ заготовок експортного призначення, обмеженість ринків збуту супутньої продукції та низький технологічний і організаційний рівень виробництва обумовили високу матеріалоемність лісопильних виробництв, що спеціалізуються на виготовленні заготовок, пиляних з деревини дуба. Через різну розмірно-якісну характеристику сировини та хаотичне розташування вад деревини у пиломатеріалах технологічний процес розкрою пиломатеріалів на заготовки характеризується значною трудомісткістю та матеріалоемністю, при якому втрати деревини можуть сягати 40 %.

Пошук шляхів підвищення ефективності виготовлення заготовок з круглих лісоматеріалів деревини дуба є досить трудомістким процесом і традиційно розглядався як два напрями – розкрій колод на пиломатеріали та окремо отримання заготовок з дощок. Проблемою в технології виробництва заготовок на етапі розкрою свіжопиляних пиломатеріалів є значна складність передбачення корисного і якісного виходу заготовок без використання ефективних неруйнівних методів оцінювання розмірно-якісних параметрів дощок. Між тим, для деревообробних підприємств, які закупляють лісосировину, актуальним є розроблення засобів прогнозування необхідного обсягу сировини певної розмірно-якісної групи, що забезпечить вдале планування виробництва. Врахування коефіцієнтів сортності допоможе передбачити необхідну кількість сировини певних параметрів, а застосування неруйнівного контролю якості пиломатеріалів сприятиме зниженню матеріалоемності виробництва, що забезпечить виконання специфікації пилопродукції.

Тому удосконалення технології виготовлення заготовок пиляних заданої специфікації з деревини дуба різної розмірно-якісної характеристики має науково-практичну цінність та важливе значення для вітчизняного лісопильного комплексу.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота є складовою частиною науково-дослідної роботи, яка виконувалася і виконується відповідно до основних напрямів наукової діяльності кафедри технології деревообробки Національного університету біоресурсів і природо-користування України.

Роботу виконано згідно з науково-дослідною тематикою на тему: «Розробити наукові основи формування вимог до раціонального використання деревної сировини» (номер державної реєстрації 0112U002711, 2012–2016 рр.).

Мета та задачі дослідження. Метою дослідження є розроблення технологічних рішень у виробництві заготовок заданої специфікації з деревини дуба шляхом удосконалення процесу їх виготовлення. Відповідно до встановленої мети необхідно було розв'язати такі основні задачі:

- провести експериментальні дослідження величин корисного та якісного виходу пилопродукції з лісоматеріалів круглих з деревини дуба та визначити коефіцієнти сортності пиломатеріалів і заготовок залежно від розмірно-якісної характеристики сировини;
- обґрунтувати доцільність застосування теплового методу контролю для виявлення основних сортоутворюючих вад деревини в пиломатеріалах дуба;
- дослідити та встановити взаємозв'язок між основними технологічними параметрами з ідентифікації сортоутворюючих вад деревини в пиломатеріалах дуба;
- розробити спосіб та засіб управління процесом виявлення сортоутворюючих вад деревини в пиломатеріалах дуба тепловим методом контролю.

Об'єкт дослідження – технологічний процес виробництва заготовок з лісоматеріалів круглих деревини дуба.

Предмет дослідження – встановлення закономірностей між технологічними параметрами у процесі виготовлення заготовок заданої специфікації, що дають змогу спрогнозувати необхідну кількість сировини певної розмірно-якісної характеристики.

Методи дослідження. У дисертаційній роботі використано: експериментальні методи – для отримання фактичних значень корисного та якісного виходу пилопродукції з деревної сировини та для ідентифікації основних сортоутворюючих вад деревини в пиломатеріалах дуба; метод імітаційного моделювання – для моделювання процесів розкрою лісо- та пиломатеріалів у виробництві заготовок заданої якості та процесу ідентифікації основних сортоутворюючих вад деревини в пиломатеріалах; методи статистичного аналізу – для обробки експериментальних даних; метод планування експериментів – для встановлення регресійних залежностей температури відображення основних сортоутворюючих вад деревини від параметрів їх ідентифікації.

Наукова новизна одержаних результатів. На основі методів математичного моделювання вирішено задачу підвищення ефективності виготовлення заготовок заданої специфікації з деревини дуба із врахуванням виявлення та ідентифікації основних сортоутворюючих вад тепловим методом контролю.

Отримано залежності корисного і якісного виходу заготовок від параметрів сировини та коефіцієнти сортності пиломатеріалів і заготовок, які можуть бути використані для ефективного планування виробництва.

Доведено можливість і доцільність застосування теплового методу контролю для виявлення та ідентифікації сортоутворюючих вад деревини в пиломатеріалах дуба.

Вперше визначено основні параметри процесу ідентифікації тепловим методом контролю основних сортоутворюючих вад деревини в пиломатеріалах дуба.

Встановлено поліноміальну залежність температури відображення основних сортоутворюючих вад деревини від параметрів їх ідентифікації.

Практичне значення одержаних результатів дисертаційної роботи полягає у наступному:

– запропоновано спосіб та лінію теплового неруйнівного виявлення сортоутворюючих вад деревини в пиломатеріалах початкової вологості (патенти України на корисну модель № 98967, № 104328);

– розроблено засіб управління процесом ідентифікації вад деревини в свіжопиляних пиломатеріалах дуба;

– розроблено програму імітаційного моделювання «ТЕХНОЛОГ ЛІСОПИЛЯННЯ 1.0» процесом розкрою колод та пиломатеріалів на заготовки заданої специфікації, що дає змогу складати план-схеми з урахуванням розмірно-якісної характеристики сировини і продукції;

– розроблено Рекомендації виробникам заготовок з деревини дуба, які впроваджено на підприємствах ТОВ «Барлінек Інвест», ТОВ «Форест Технолоджі» та ДП «Попільнянський ЛГ», що сприяють зниженню матеріалоемності виробництва;

– отримані результати дисертаційної роботи використовуються в навчальному процесі під час викладання таких дисциплін, як «Технологія лісопильно-деревообробних виробництв» та «Теорія і практика лісопиляння».

Особистий внесок здобувача полягає в розробленні науково-практичних рекомендацій, програм та методик досліджень, узагальненні даних, в аналізі стану проблеми, обґрунтуванні та розробці наукової концепції і теми дисертації, формуванні мети та задач виконаної роботи.

У працях, опублікованих у співавторстві, особистий внесок здобувача є таким: [1] – опрацювання результатів експериментальних досліджень; [3] – аналіз результатів експериментальних досліджень; [4] – аналіз основних програмних продуктів розкрою лісо- та пиломатеріалів на пилопродукцію; [5] – проведення експертної оцінки вагомості основних сортоутворюючих вад пиломатеріалів твердолистяних порід; [6] – запропоновано методіку виявлення сортоутворюючих вад пиломатеріалів деревини дуба, проаналізовано результати експериментальних досліджень; [7] – аналіз доцільності застосування розмірно-якісної характеристики пиломатеріалів; [8, 13, 19] – здійснено та проаналізовано експериментальні дослідження; [9] – проведено експериментальні дослідження виявлення сортоутворюючих вад пиломатеріалів; [10, 11] – запропоновано формулу винаходу на корисну модель; [12] – поставлено задачу застосування неруйнівних методів контролю якості пиломатеріалів; [16] – аналіз ринку продукції лісопильно-деревообробного виробництва; [17] – аналіз схеми розкрою пиломатеріалів на заготовки; [18] – аналіз методів оцінки якості пиломатеріалів; [20, 21] – проведено та статистично опрацьовано результати експериментальних досліджень; [22] – поставлено задачі раціонального використання деревини.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи доповідались та обговорювались на: засіданнях кафедри технології деревообробки Національного університету біоресурсів і природокористування України (м. Київ, 2013–2016 рр.); наукових і науково-практичних конференціях: «Ліси, парки, технології: сьогодення та майбутнє» (м. Київ, 2013 р.); «Екологічнобезпечні ресурсозберігаючі технології оброблення деревини» (м. Київ, 2013 р.); «Лісове і

садово-паркове господарство ХХІ сторіччя: актуальні проблеми та шляхи їх вирішення» (м. Київ, 2014 р.); «Техніка і технології – міст в майбутнє» (м. Вороніж, Російська Федерація, 2014 р.); «Актуальні проблеми опорядження і захисту деревини» (м. Київ, 2015 р.); «Біоресурси лісових та урбанізованих екосистем: відтворення, збереження і раціональне використання» (м. Київ, 2015 р.); «Перспективи розвитку опорядження і захисту деревини» (м. Київ, 2015 р.); «Актуальные проблемы и перспективы развития лесопромышленного комплекса» (м. Кострома, Російська Федерація, 2015 р.); «Виклики ХХІ століття та їхнє вирішення у лісовому комплексі й довкіллі» (м. Київ, 2015 р.); «Актуальні проблеми лісового сектору та садово-паркового господарства» (м. Київ, 2016 р.); «Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем» (м. Чернігів, 2016 р.); «Сучасні технології та матеріали деревообробки» (м. Київ, 2016 р.); «Перспективи науково-практичного співробітництва у вирішенні сучасних проблем переробки низькотоварної деревини» (м. Київ – Вінниця, 2016 р.).

Публікації. Основні результати дисертаційного дослідження повною мірою подано у 22 наукових працях, з яких 5 статей у наукових фахових виданнях України, стаття у науковому фаховому виданні України, включеному до міжнародних наукометричних баз даних, стаття у науковому виданні іншої держави, 2 статті в інших виданнях, 2 патенти України на корисну модель, 11 тез наукових доповідей.

Структура та обсяг роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків та рекомендацій, списку використаних джерел, що містить 168 найменувань, з них 48 іноземних, 8 додатків. Загальний обсяг роботи становить 240 сторінок комп'ютерного тексту, що включає в себе 67 рисунків та 46 таблиць.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано доцільність та актуальність теми дисертаційної роботи, визначено мету і задачі досліджень, показано наукову новизну й практичну значимість отриманих результатів. Наведено дані про апробацію роботи та відзначено особистий внесок здобувача.

Перший розділ дисертаційної роботи **«Стан питання і задачі досліджень»** присвячено аналізу літературних джерел та визначенню напряму досліджень.

У розділі узагальнено дані щодо обсягів заготівлі деревини в Україні за основними промисловими породами та сортиментами. Проведено аналіз технологічних процесів виробництва заготовок з лісо- та пиломатеріалів твердолистяних порід, за яким встановлено, що найбільші втрати деревини відбуваються на етапі розкрою пиломатеріалів на заготовки. Також зазначено, що вітчизняні підприємства – виробники заготовок з деревини дуба орієнтовані на отримання заготовок з лісоматеріалів круглих, за повним технологічним циклом. З'ясовано, що з точки зору зниження енергоємності виробництва, забезпечення якості пилопродукції та ресурсоощадності деревної сировини більш раціональною є технологія виробництва заготовок з лісоматеріалів круглих на базі комбінації різних видів устаткування: для розкрою колод – стрічкочилкових, а пиломатеріалів – круглопилкових верстатів.

За результатами аналітичного огляду встановлено, що традиційно технологічний процес виготовлення заготовок із лісоматеріалів круглих розглядався як два окремі етапи: розкрій колод на пиломатеріали, пиломатеріалів – на заготовки. При чому величину виходу пиломатеріалів з колод досліджували такі науковці: Н. П. Анучин, П. П. Аксьонов, В. С. Ясинський, А. А. Піжурін, В. Ф. Ветшева, І. С. Межов, В. Г. Уласовець, В. О. Маєвський та інші. Встановленням виходу заготовок з пиломатеріалів займалися наступні вчені: Л. В. Канторович, В. А. Залгаллер, Р. Беллман, К. С. Худін, М. М. Феллер, Р. І. Мацюк, Б. Л. Головинський, В. О. Маєвський, О. Б. Ференц, Н. О. Задраускайте, Я. В. Мацишин та інші. Проте на сьогодні для підвищення ефективності виготовлення заготовок з деревини дуба слід мати дані щодо витрат сировини на всіх етапах виробництва заготовок, що нині недостатньо досліджено.

Під час оцінювання розмірно-якісних характеристик лісо- і пиломатеріалів зазначеними вище науковцями використовувались математично-статистичні методи, що базувались на численних експериментальних дослідженнях. Однак результати таких досліджень мають значні відмінності, що пояснюється непередбачуваністю врахування розмірно-якісних характеристик кожної колоди (пиломатеріалу) окремо. Зазначено, що вирішені у частині робіт (Феллер М. Н., Головинський Б. Л., Залгаллер В. А., Беллман Р.) задачі оптимізації розкрою мають багато загальних особливостей, але деякі їх специфічні ознаки вирішуються за межами класичних математичних методів.

Встановлено, що для пошуку засобів удосконалення технології отримання заготовок заданої специфікації з лісоматеріалів круглих деревини дуба, який є складною багатокритеріальною задачею, буде доцільним використання методу евристичного моделювання досліджуваного процесу, блок-схему якого наведено на рис. 1.

Зазначено, що проблемою технології виробництва заготовок з деревини дуба на етапі розкрою пиломатеріалів є неможливість без ефективних неруйнівних методів оцінювання розмірно-якісних параметрів дощок попередньо прогнозувати якісний та ціннісний вихід заготовок. Проаналізовано основні неруйнівні методи контролю (НМК), умови їх застосування та відмічено найбільш ефективні для оцінювання якості пиломатеріалів, а саме: акустичний, радіаційний та тепловий. При чому акустичний і радіаційний засновані на вимірюванні щільності деревини, що дає змогу за цими методами оцінювати реальну форму, наявні поверхневі й внутрішні вади без руйнування деревини, однак вони мають спільний недолік – високу вартість та, в більшості випадків, використовуються для оцінки якості сухих пиломатеріалів. Розглянуто гіпотезу про можливість застосування теплового НМК для ідентифікації вад деревини в пиломатеріалах дуба початкової вологості, що базується на твердженнях щодо різної структури, теплоємності та вологості бездефектної деревини й деревини з вадами. Тому наразі актуальним є виконання досліджень з виявлення та ідентифікації основних сортоутворюючих вад деревини в пиломатеріалах дуба початкової вологості тепловим НМК.



Рис. 1. Блок-схема визначення засобів удосконалення технології виготовлення заготовок з лісоматеріалів круглих деревини дуба

За результатами виконаного аналізу технології виробництва заготовок пиляних з деревини дуба обґрунтовано актуальність теми, визначено мету й задачі досліджень.

Другий розділ роботи «**Параметри теплового неруйнівного контролю та умови ідентифікації дефектів**» присвячено теоретичним дослідженням параметрів теплового неруйнівного контролю в аспекті виявлення вад деревини в пиломатеріалах.

Відомо, що методами теплової стимуляції досліджуваного матеріалу можуть бути: лампи різного типу, теплові пушки та лазери. Загальним критерієм порівняння різних процедур теплового контролю є відношення сигнал/шум, який можна визначити за формулою:

$$S = \frac{\bar{T}_d - \bar{T}_{nd}}{\sigma_{nd}}, \quad (1)$$

де \bar{T}_d – середня температура в дефектній зоні, °С; \bar{T}_{nd} – середня температура в бездефектній зоні, °С; σ_{nd} – стандартне відхилення в бездефектній області (дисперсія шуму), що визначається рівнянням:

$$\sigma_{nd} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(T_{ndi} - \bar{T}_{nd})^2}{n-1}}. \quad (2)$$

Встановлено, що внутрішні дефекти можуть бути виявлені за умови, що під час спостереження зумовлений ними сигнал перевищує рівень шумів:

$$S > 1. \quad (3)$$

Встановлено, що внутрішні дефекти матеріалу виявляються тепловим методом, якщо виконується сукупність наступних умов:

$$\Delta T(\tau_m) > \Delta T_{res}, \quad (4)$$

$$C(\tau_m) > C_{noise}, \quad (5)$$

$$T_{abs}(\tau = \tau_h) < T_{destr}, \quad (6)$$

де $\Delta T(\tau_m)$ – оптимальний час дослідження; ΔT_{res} – шум детектора; $C(\tau_m)$ – контраст зображення; C_{noise} – контраст перешкоди; $T_{abs}(\tau = \tau_h)$ – абсолютна температура поверхні виробу; T_{destr} – деструкція матеріалу.

Умови (4–6) базуються на параметрах: устаткування (приладів), ΔT_{res} ; виробу, C_{noise} ; нагрів, T_{abs} ; дефекту, ΔT або C .

Отже, для встановлення найбільш ефективного методу теплової стимуляції на пиломатеріали початкової вологості з деревини дуба слід визначити критерій відношення сигнал/шум, S , за рівняннями (1–2) та перевірити виконання умов (3–6), для чого необхідно виконати ряд експериментальних досліджень.

У третьому розділі «**Методика експериментальних досліджень**» наведено загальні методичні принципи експериментальних досліджень (рис. 2) та методики з визначення корисного і якісного виходу пиломатеріалів з лісоматеріалів круглих та заготовок з пиломатеріалів, якими враховано встановлення коефіцієнтів сортності пиломатеріалів та заготовок, що можуть бути використані для ефективного планування виробництва; представлено методику з ідентифікації основних сортоутворюючих вад в пиломатеріалах дуба тепловим НМК; визначено діапазони варіювання основних вхідних та вихідних параметрів ідентифікації вад деревини в пиломатеріалах початкової вологості.

Програмою експериментальних досліджень було передбачено визначення корисного та якісного виходу пиломатеріалів з колод і заготовок з пиломатеріалів за методикою пасивного експерименту за отриманими, шляхом імітаційного моделювання, раціональними планами розкрою.

У якості змінних чинників було розглянуто: верхівковий діаметр колод, см; збіг колод, см/м; сорт колод; ширина пиломатеріалів, см; довжина пиломатеріалів, м; сорт пиломатеріалів; ширина і довжина заготовок, см; сорт заготовок. Необхідна кількість спостережень у загальних серіях експериментів становила:

– для визначення корисного і якісного виходу пиломатеріалів – 1715 колод 1-, 2-, 3-го сортів якості і технологічної сировини деревини дуба; коефіцієнт варіації – 63,40 %, показник точності – 2,55 %;

– для визначення корисного і якісного виходу заготовок з пиломатеріалів – 100 штук необрізних пиломатеріалів 1-, 2- і 3-го сортів якості, коефіцієнт варіації – 7,59–10,10 %, показник точності – 2,29–3,05 %.

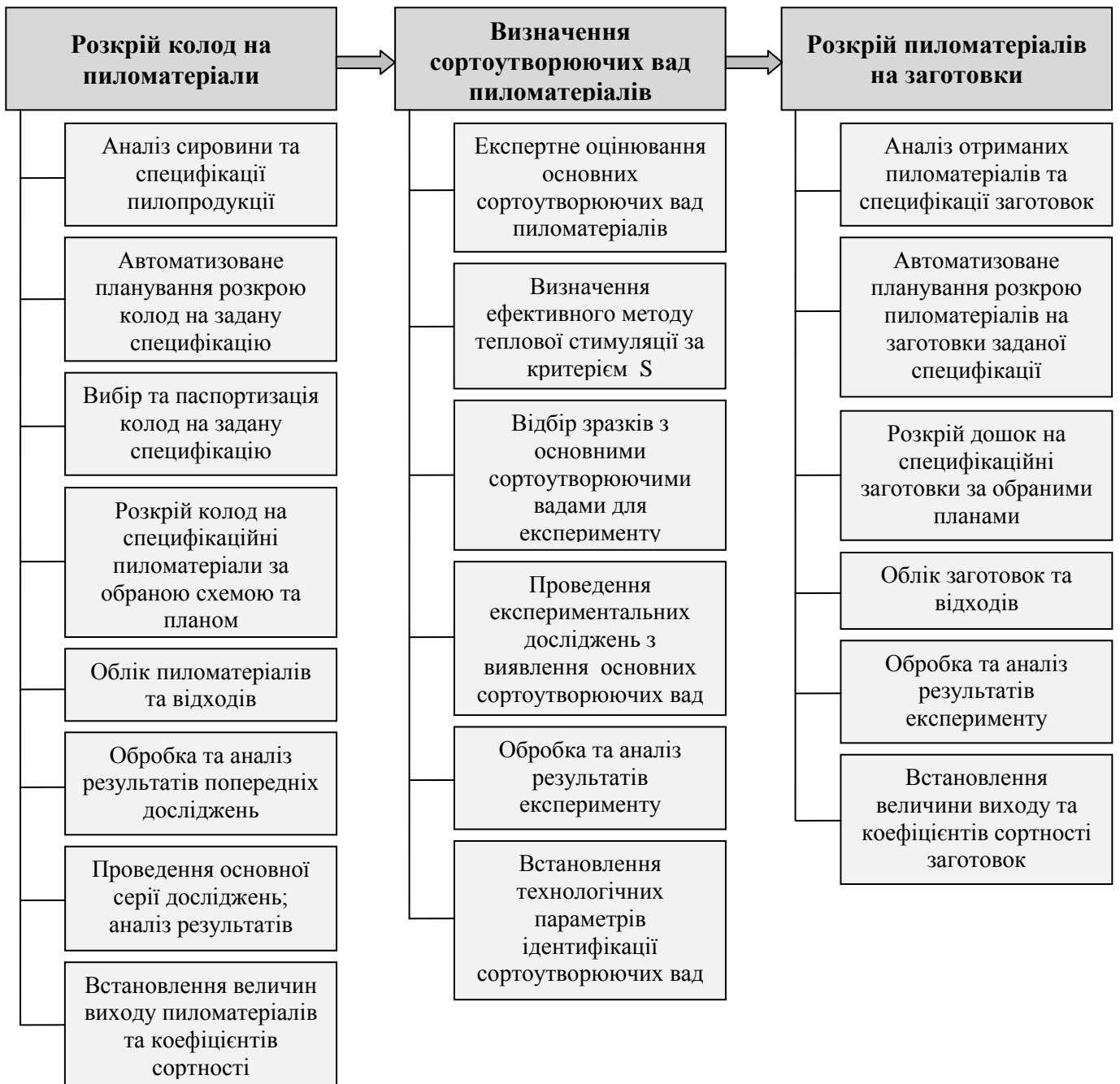


Рис. 2. Блок-схема загальних методичних принципів проведення експериментальних досліджень з розкрою лісо- й пиломатеріалів на заготовки та ідентифікації основних сортоутворюючих вад деревини в пиломатеріалах дуба

Для отримання коефіцієнтів сортності пиломатеріалів і заготовок було розроблено блок-схему етапів їх встановлення, яку наведено на рис. 3.

Методикою експериментальних досліджень з ідентифікації вад деревини було передбачено експертне оцінювання вагомості основних сортоутворюючих вад деревини в пиломатеріалах дуба, згідно з якою найбільш впливовими виявились сучки здорові зрощені, тріщини та гнилизна. Визначено найбільш ефективний за виразами (1–6) метод теплової стимуляції для виконання експериментальних досліджень з ідентифікації основних сортоутворюючих вад деревини в пиломатеріалах дуба, яким, відповідно до умови (3), є теплові пушки ($S = 2,6$).

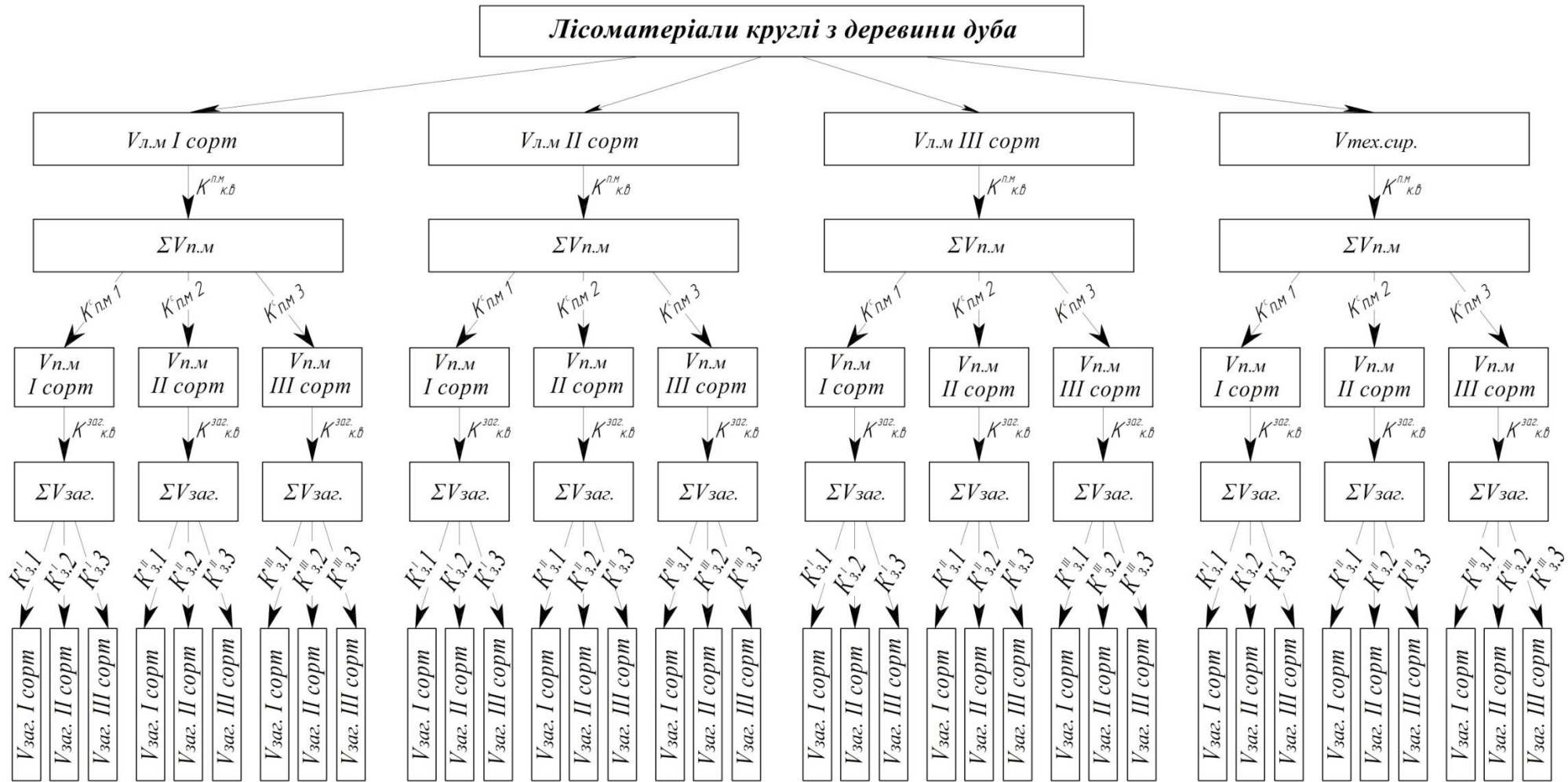


Рис. 3. Блок-схема етапів отримання коефіцієнтів сортності пиломатеріалів та заготовок, де: $V_{л.м.}$ – обсяги лісоматеріалів круглих, відповідно 1-, 2-, 3-го сортів і технологічної сировини, m^3 ; $K_{кв} (п.м.)$ – коефіцієнт корисного виходу пиломатеріалів всіх сортів; $\Sigma V_{п.м.}$ – загальний обсяг отриманих пиломатеріалів всіх сортів, m^3 ; $K_{п.м.}$ – коефіцієнт сортності пиломатеріалів 1-, 2- й 3-го сортів; $V_{п.м.}$ – обсяги пиломатеріалів, відповідно 1-, 2- й 3-го сортів якості, m^3 ; $K_{кв(заг.)}$ – коефіцієнт корисного виходу заготовок всіх сортів; $\Sigma V_{заг.}$ – загальний обсяг отриманих заготовок всіх сортів, m^3 ; $K_{з.}$ – коефіцієнт сортності заготовок 1-, 2- й 3-го сортів; $V_{заг.}$ – загальний обсяг отриманих заготовок відповідного сорту, m^3 .


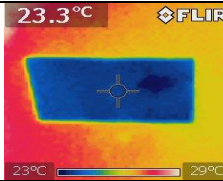
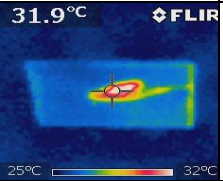
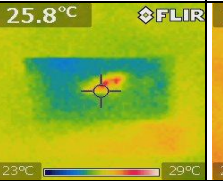
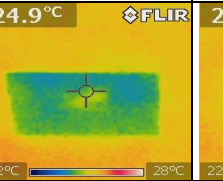
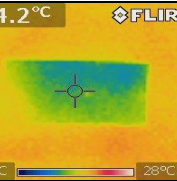

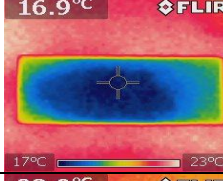
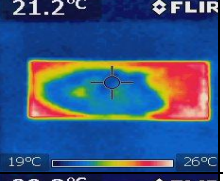

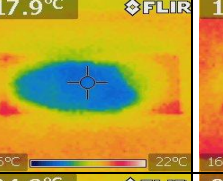
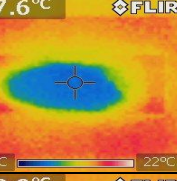

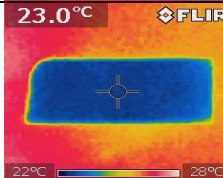
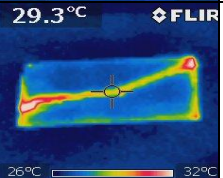
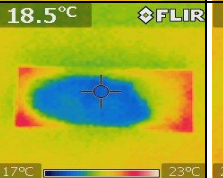
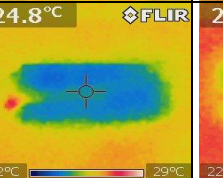
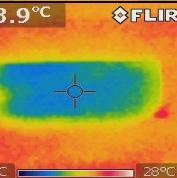
Для експерименту відбирались необрізні пиломатеріали з деревини дуба з середньою початковою вологістю 40–50 %, фактичною товщиною 30 мм і довжиною 1,7 м.

На основі пошукового експерименту було обґрунтовано (табл. 1) доцільність застосування теплового неруйнівного методу контролю для визначення та ідентифікації сортоутворюючих вад деревини в пиломатеріалах дуба і встановлено:

- значення змінних факторів, а саме: температура теплової стимуляції ($t = 80\text{ }^{\circ}\text{C}$, $250\text{ }^{\circ}\text{C}$) – x_1 ; час теплової стимуляції до фіксації вад ($\tau = 20\text{ с}$, 5 с) – x_2 ;
- діапазони температур інфрачервоного випромінювання основних сортоутворюючих вад деревини пиломатеріалів дуба початкової вологості: для тріщин – $t = 26\text{--}27\text{ }^{\circ}\text{C}$; для гнилизни – $t = 23\text{--}24\text{ }^{\circ}\text{C}$; для сучків – $t = 21\text{--}22\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Таблиця 1

Частина масиву даних експериментальних досліджень параметрів оцінювання якості дубових пиломатеріалів

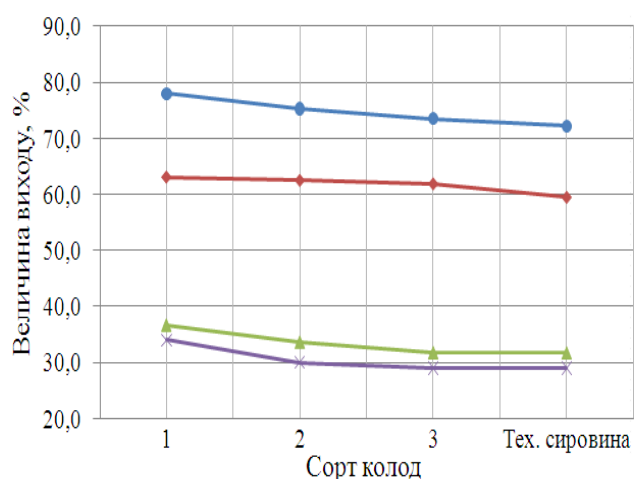
№ з/п	Цифрове зображення зразка	Зображення теплового випромінювання зразка перед експериментом	Зображення теплового випромінювання зразка після теплової стимуляції при $\tau = 20\text{ с}$	Зображення теплового випромінювання зразка після охолодження протягом		
				60 с	120 с	180 с
1		 23.3°C	 31.9°C	 25.8°C	 24.9°C	 24.2°C
2		 16.9°C	 21.2°C	 25.1°C	 17.9°C	 17.6°C
3		 23.0°C	 29.3°C	 18.5°C	 24.8°C	 23.9°C

На основі пошукових досліджень з ідентифікації основних сортоутворюючих вад деревини в пиломатеріалах дуба розроблено повнофакторний план експерименту ПФП 2². Необхідна кількість спостережень в основній серії досліджень становила 720 штук дощок, коефіцієнт варіації – 10,2–13,4 %, показник точності – 2,2–3,8 %.

У четвертому розділі «Результати експериментальних досліджень» наведено результати експериментальних досліджень величин корисного та якісного виходу пиломатеріалів необрізних, обрізних та заготовок пиляних заданої специфікації з лісоматеріалів круглих деревини дуба різних груп якості й розмірів (табл. 2 та рис. 4), також викладено результати експериментальних досліджень ідентифікації основних сортоутворюючих вад деревини в пиломатеріалах дуба початкової вологості тепловим методом контролю.

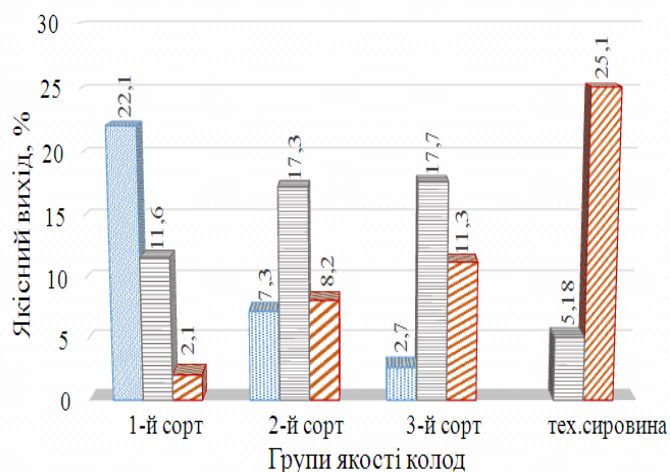
Результати дослідження величини корисного виходу пилопродукції

№ з/п	Показник	3 колод діаметром 14–24 см				3 колод діаметром 26–46 см			
		1-й сорт	2-й сорт	3-й сорт	тех. сир.	1-й сорт	2-й сорт	3-й сорт	тех. сир.
		ГОСТ 9462-88, ТУУ 56.196-95							
Необрізні пиломатеріали, дуб									
1	Величина корисного виходу, %	76,1	74,3	72,1	70,0	78,0	75,3	73,5	72,2
2	Норма витрат, м ³ /м ³	1,311	1,340	1,381	1,402	1,276	1,321	1,352	1,367
3	Коефіцієнт варіації, %	7,1	6,3	7,2	6,0	7,2	7,1	9,7	10,0
4	Показник точності, %	2,0	1,8	2,0	2,2	2,2	2,1	2,9	2,9
5	Середня похибка, м ³ /м ³	0,027	0,025	0,029	0,030	0,028	0,029	0,041	0,040
Обрізні пиломатеріали, дуб									
6	Величина корисного виходу, %	62,3	61,8	61,1	59,0	63,1	62,5	61,9	59,5
7	Норма витрат, м ³ /м ³	1,591	1,610	1,632	1,641	1,576	1,591	1,608	1,611
8	Коефіцієнт варіації, %	7,2	9,2	7,2	7,2	7,7	8,4	10,0	7,6
9	Показник точності, %	2,0	2,7	2,1	2,1	2,3	2,5	3,0	2,3
10	Середня похибка, м ³ /м ³	0,027	0,025	0,029	0,032	0,037	0,040	0,049	0,040
Заготовки з деревини дуба									
11	Величина корисного виходу, %	35,0	32,0	31,5	30,0	36,7	33,7	31,9	31,8
12	Норма витрат, м ³ /м ³	2,857	3,125	3,174	3,333	2,725	2,967	3,135	3,145
13	Коефіцієнт варіації, %	7,9	8,4	7,7	6,8	8,1	7,6	7,4	7,6
14	Показник точності, %	2,3	2,8	2,1	2,0	2,6	2,2	1,9	2,1
15	Середня похибка, м ³ /м ³	0,037	0,042	0,030	0,028	0,040	0,032	0,026	0,030



— Обрізні пиломатеріали — Необрізні пиломатеріали
— Заготовки пиляні — Дані підприємства

а



■ Заготовки 1-го сорту ■ Заготовки 2-го сорту
■ Заготовки 3-го сорту

б

Рис. 4. Отримані експериментальні значення величин корисного та якісного виходу: а – пиломатеріалів та заготовок з колод діаметрами 26–46 см; б – заготовок пиляних з колод.

Отже, величина корисного виходу пиломатеріалів необрізних залежно від якості та розмірів сировини знаходиться у межах 70,0–78,0 %; обрізних – 59,0–63,1 %; заготовок 30,0–36,7 %. Величини якісного виходу пиломатеріалів з колод за їх сортами становлять: для необрізних пиломатеріалів 1-го сорту – 13,0–39,3 %, 2-го сорту – 6,5–30,9 % і 3-го сорту – 9,2–64,6 %; для обрізних пиломатеріалів 1-го сорту – 33,6–8,5 %, 2-го сорту – 4,61–25,1 % і 3-го сорту – 7,2–54,9 %. Якісний вихід заготовок з лісоматеріалів за їх групами якості знаходиться у межах: 2,7–21,1 % – для 1-го сорту заготовок; 5,8–17,7 % – для 2-го сорту і 2,1–25,1 % – для 3-го сорту.

Визначено, що середньозважена величина витрати деревини дуба різних груп якості діаметрами 14–24 см на пиломатеріали необрізні становила 1,359 м³/м³ з коефіцієнтом варіації 6,7 % та показником точності 2 %; діаметрами 26–46 см – 1,329 м³/м³ з коефіцієнтом варіації 8,5 % та показником точності 2,5 %. Усереднена величина витрати сировини з деревини дуба різних груп якості діаметрами 14–24 см на обрізні пиломатеріали становила 1,619 м³/м³ з коефіцієнтом варіації 7,7 % та показником точності 2,2 %; для діаметрів 26–46 см – 1,597 м³/м³ з коефіцієнтом варіації 8,4 % та показником точності 2,5 %.

Встановлено середньозважені величини витрат лісоматеріалів круглих з деревини дуба різних груп якості діаметрами 14–24 см на заготовки, що становила 3,122 м³/м³, для діаметрів 26–46 см – 2,993 м³/м³ з коефіцієнтом варіації 7,7 % та показником точності 2,2 %. При цьому ймовірність тенденції зменшення величини витрат сировини на виробництво заготовок із збільшенням діаметру колод становить 93 % для діаметрів 26–46 см і 80 % – для колод діаметрами 14–24 см. Вірогідність зменшення величини витрат деревини за умови погіршення якості сировини становить 81 % для колод діаметрами 26–46 см і 90 % – для колод діаметрами 14–24 см.

За результатами експериментальних досліджень отримано регресійну модель величини корисного виходу заготовок пиляних від об'єму пиломатеріалів, що представлено у виді:

$$y_{кв.з.} = 0,3203 + 0,6892x - 0,1962x^2, (F_{розрах.} = 1,05; F_{табл.} = 2,97), \quad (7)$$

де x – об'єм необрізних пиломатеріалів, м³.

Отримано регресійні залежності величини об'єму заготовок за їх групами якості (які характеризують величину якісного виходу) від сорту та відповідного йому об'єму пиломатеріалів, що представлено відповідно у виді:

– для об'єму заготовок 1-го сорту

$$y_{1c} = 0,031444 - 0,737884x_1 + 0,1964433x_2, (F_{розрах.} = 0,96; F_{табл.} = 2,97), \quad (8)$$

– для об'єму заготовок 2-го сорту

$$y_{2c} = -0,010773 + 0,676317x_2 + 0,252802x_1, (F_{розрах.} = 0,52; F_{табл.} = 2,97), \quad (9)$$

– для об'єму заготовок 3-го сорту

$$y_{3c} = -0,028586 + 0,670814x_1 + 0,298192x_2, (F_{розрах.} = 0,45; F_{табл.} = 2,97), \quad (10)$$

де x_1 – сорт пиломатеріалів; x_2 – об'єм пиломатеріалів відповідного сорту, м³.

Визначено коефіцієнти сортності для пиломатеріалів і заготовок відповідно до якості сировини, з якої їх отримано (табл. 3).

Таблиця 3

Коефіцієнти сортності

Параметр	Круглі лісоматеріали за групами якості (ГОСТ 9462-88, ТУУ 56.196-95)											
	1			2			3			тех. сировина		
	Пиломатеріали за групами якості (ГОСТ 2695-83)											
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Для необрізних пиломатеріалів												
Якісний вихід, %	39,3	28,6	9,2	18,0	30,9	26,0	13,0	21,2	38,7	-	6,5	64,6
Корисний вихід, %	77,0			74,8			72,9			71,1		
Коеф. сортності, K_c	0,51	0,37	0,12	0,24	0,41	0,35	0,18	0,29	0,53	-	0,09	0,91
Для обрізних пиломатеріалів												
Якісний вихід, %	33,6	21,8	7,2	14,1	25,1	22,8	8,5	18,2	34,9	-	4,6	54,9
Корисний вихід, %	62,7			62,1			61,6			59,5		
Коеф. сортності, K_c	0,54	0,35	0,11	0,23	0,40	0,37	0,14	0,30	0,56	-	0,08	0,92
Для заготовок за групами якості згідно з ГОСТ 7897-83												
Якісний вихід, %	22,1	11,6	2,1	7,3	17,3	8,2	2,7	17,7	11,3	-	5,8	25,1
Корисний вихід, %	35,8			32,8			31,7			30,9		
Коеф. сортності, K_c	0,62	0,32	0,06	0,22	0,53	0,25	0,08	0,56	0,36	-	0,19	0,81

Визначено коефіцієнти сортності пиломатеріалів необрізних (0,09–0,91), обрізних (0,08–0,92) та заготовок (0,06–0,81), отриманих з колод різної розмірно-якісної характеристики.

На основі результатів досліджень за ПФП 2² було отримано регресійні залежності температур відображення вад від основних чинників, що наведено у нормалізованих значеннях для кожної із сортотворюючих вад:

$$\text{- сучків: } y_c = 22,23 - 3,38x_1 + 2,98x_2 - 2,13x_1x_2, \quad (F_{\text{розрах.}} = 0,10; F_{\text{табл.}} = 1,3), \quad (11)$$

$$\text{- гнилизни: } y_g = 26,85 - 4,25x_1 + 4,40x_2 - 2,10x_1x_2, \quad (F_{\text{розрах.}} = 0,11; F_{\text{табл.}} = 1,3), \quad (12)$$

$$\text{- тріщин: } y_m = 26,75 - 2,75x_1 + 5,85x_2 - 1,25x_1x_2, \quad (F_{\text{розрах.}} = 0,16; F_{\text{табл.}} = 1,3), \quad (13)$$

де x_1 – температура теплової стимуляції пиломатеріалу повітрям, °С; x_2 – час теплової стимуляції пиломатеріалу, с.

Під час проведення досліджень із застосуванням теплового НМК для виявлення сортотворюючих вад деревини в пиломатеріалах дуба початкової вологості отримано наступні показники інфрачервоного випромінювання вад, а саме: сучків – $t = 16\text{--}24$ °С, гнилизни – $t = 22\text{--}27$ °С, тріщин – $t = 24\text{--}31$ °С.

У результаті експерименту виявлено накладання діапазонів температур інфрачервоного відображення досліджуваних вад деревини (рис. 5), що можливо усунути шляхом використання RGB-фільтрів.

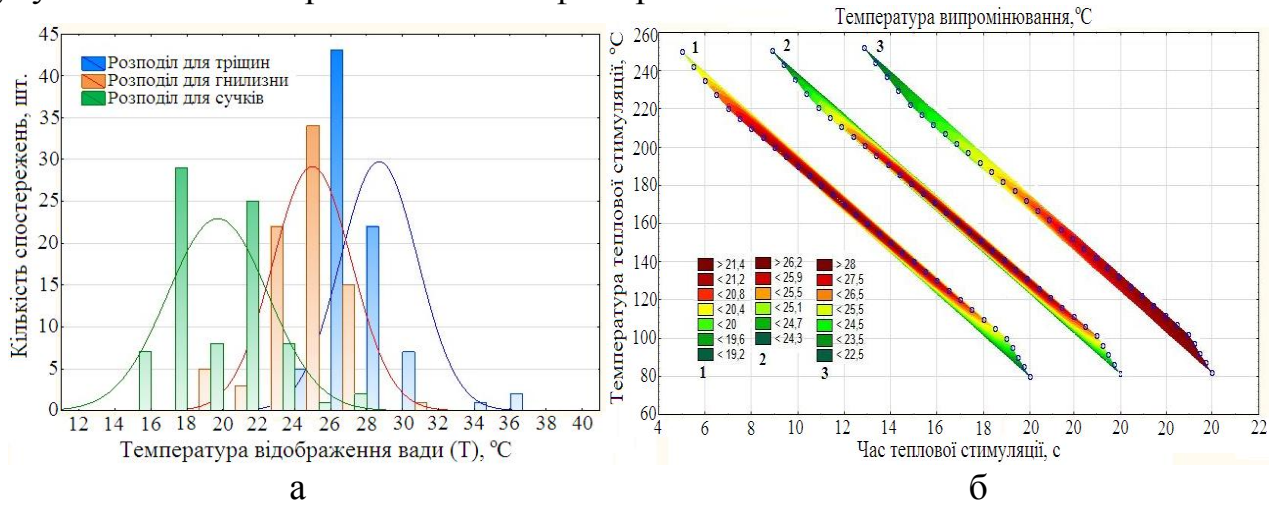


Рис. 5. Діапазони розподілу температур відображення основних сортоутворюючих вад деревини в пиломатеріалах дуба за температури теплової стимуляції: а – 80 °С, б – 250 °С, 1 – сучків, 2 – гнилизни, 3 – тріщин.

П'ятий розділ «Засоби удосконалення технології отримання заготовок з деревини дуба» присвячено розробленню технологічних рішень з удосконалення процесу виготовлення заготовок заданої специфікації з деревини дуба.

Для реалізації результатів досліджень розроблено програму імітаційного моделювання процесів розкрою колод на пилопродукцію та прогнозування виходу заготовок згідно зі специфікацією сировини й продукції, у якій враховано використання коефіцієнтів сортності пиломатеріалів і заготовок, що сприятиме покращенню планування виробництва (рис. 6).

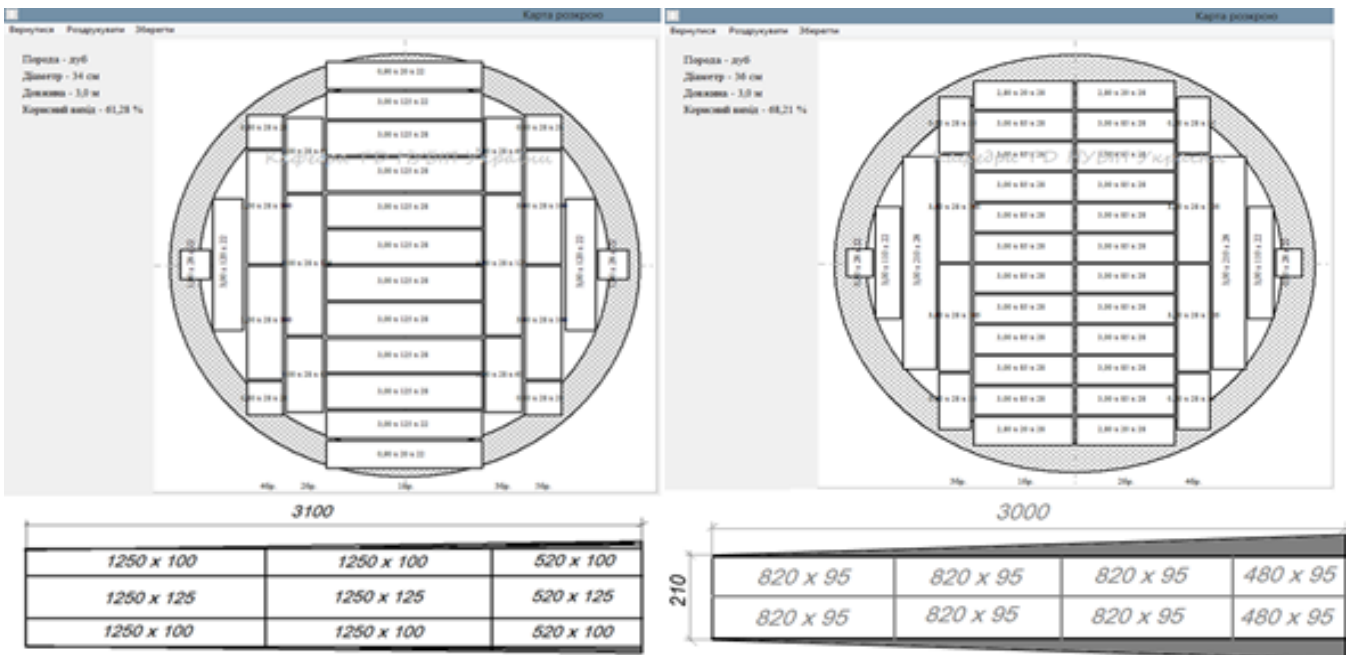


Рис. 6. Приклад карт розкрою колод та пиломатеріалів у програмному середовищі «ТЕХНОЛОГ ЛІСОПИЛЯННЯ – 1.0»

На основі регресійних залежностей (11–13) у середовищі STATISTICA Advanced + Quality Control було побудовано шкалу визначення часу теплової стимуляції (τ , с) і температури випромінювання вад деревини (t , °C) залежно від зміни параметру температури теплової стимуляції (T , °C) для кожної з досліджуваних основних сортоутворюючих вад деревини дуба в свіжопиляних пиломатеріалах (рис. 7). Встановлено тривалість фототепловізійного процесу оцінювання розмірно-якісних характеристик пиломатеріалу дуба початкової вологості на один погонний метр, що знаходиться у діапазоні від 19 до 64 с з інтервалом фіксації дошки 2 с за умов, що ширина дошки не більше 350 мм, а масштабний коефіцієнт (K_M) – 6.

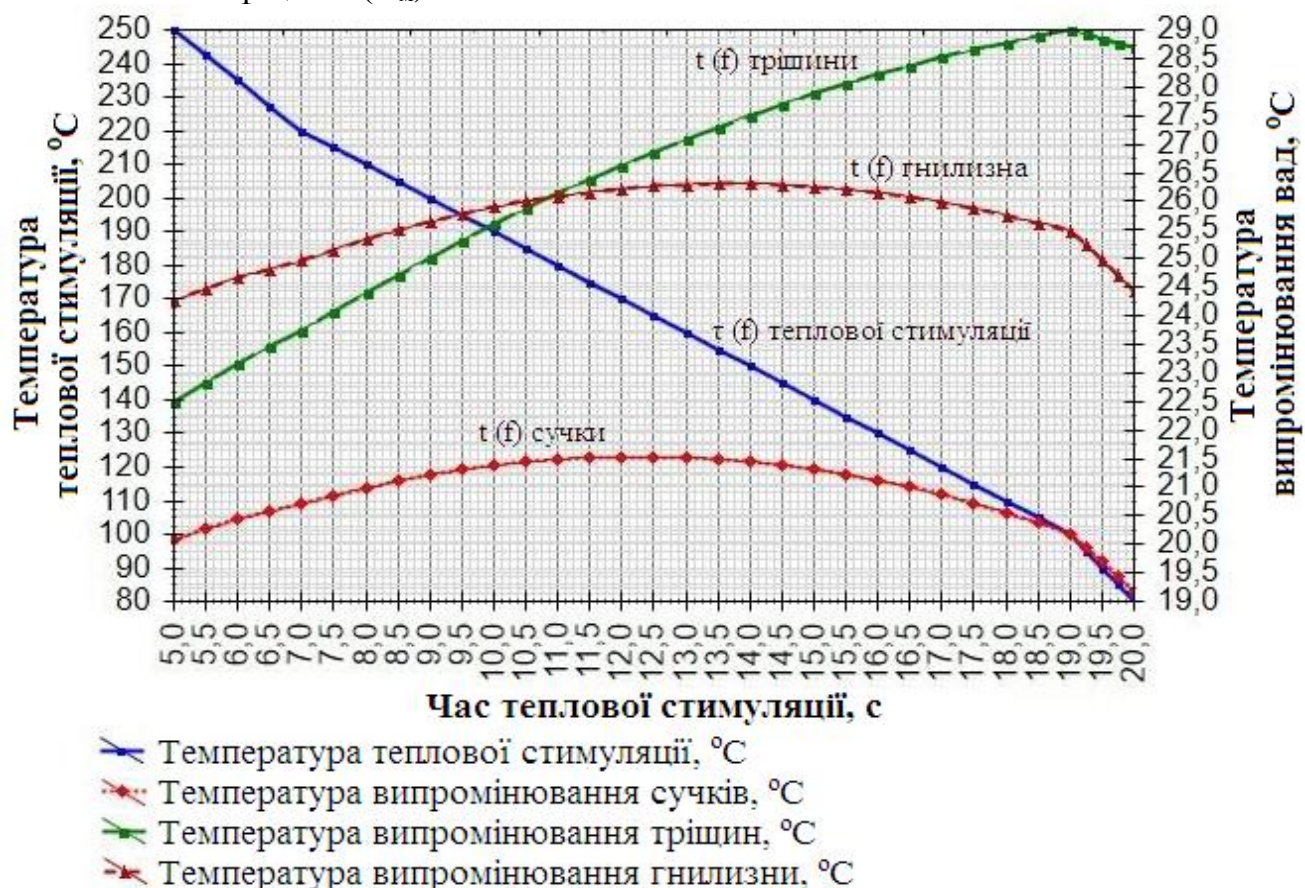


Рис. 7. Шкала визначення часу теплової стимуляції (τ , с) і температури випромінювання вад деревини (t , °C) залежно від зміни параметру температури теплової стимуляції (T , °C)

Для реалізації досліджень з ідентифікації вад деревини дуба в пиломатеріалах початкової вологості було розроблено і запропоновано спосіб та лінію (рис. 8) для теплового неруйнівного виявлення вад, які базуються на використанні фото-відеотепловізійної зйомки поверхонь матеріалу та установки з обдування пиломатеріалу гарячим повітрям (патенти України № 98967 та № 104328).

Розроблено принципову схему управління способом ідентифікації основних сортоутворюючих вад деревини в свіжопиляних пиломатеріалах дуба, яку наведено на рис. 9. Схемою управління передбачено застосування фотофільтрів (RGB) для вловлювання певної довжини хвилі інфрачервоного випромінювання вад пиломатеріалів після їх обдування гарячим повітрям.

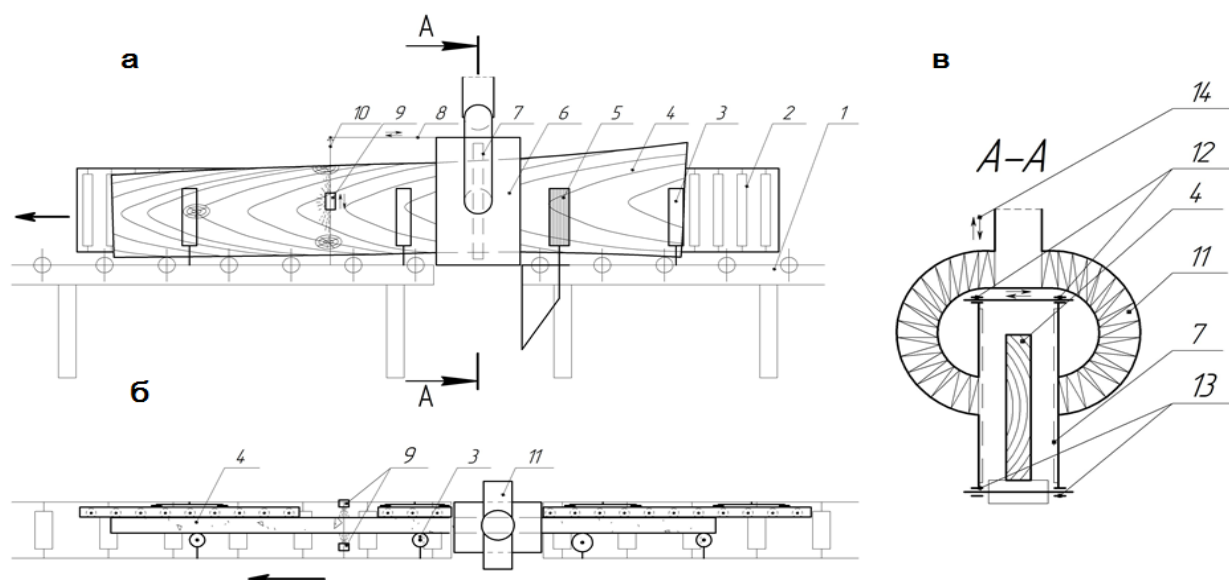


Рис. 8. Лінія для теплового неруйнівного виявлення сортоутворюючих вад деревини в пиломатеріалах: а – фронтальна проекція; б – горизонтальна проекція; в – переріз А-А фронтальної проекції; 1 – роликовий транспортер; 2 – опорний роликовий транспортер; 3 – притискні ролики; 4 – пиломатеріал; 5 – привідний притискний ролик; 6 – установка подачі гарячого повітря; 7 – сопло напрямку руху повітря; 8 – горизонтальні направляючі; 9 – фото-відеотепловізор; 10 – направляючі; 11 – гофрований трубопровід; 12 – верхні направляючі; 13 – нижні направляючі; 14 – направляючі за висотою.

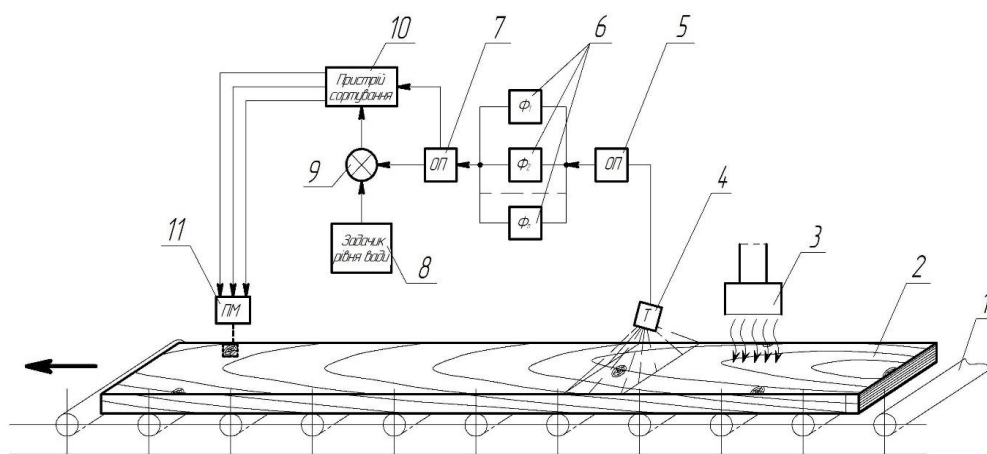


Рис. 9. Принципова схема управління способом ідентифікації основних сортоутворюючих вад деревини в пиломатеріалах: 1 – роликовий транспортер; 2 – пиломатеріал; 3 – установка подачі нагрітого повітря; 4 – фото-відеотепловізор; 5 – обчислювальний пристрій; 6 – фотофільтри; 7 – обчислювальний пристрій; 8 – визначник рівня вади; 9 – суматор; 10 – пристрій сортування; 11 – пристрій маркування.

За результатами виконаних досліджень, з метою підвищення ефективності використання деревної сировини, розроблено Рекомендації виробникам заготовок з деревини дуба, що впроваджено на трьох лісопилно-деревоброблювальних підприємствах. Впровадження розроблених рекомендацій на підприємствах з обсягом переробки деревини до 10 000 м³ допоможе збільшити прибуток від реалізації виготовленої продукції на 1 004,49 тис. грн/рік.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі вирішено науково-практичну задачу раціонального використання сировини у виробництві заготовок заданої якості з урахуванням теплового неруйнівного методу контролю та прогнозування їх корисного і якісного виходу залежно від розмірно-якісної характеристики сировини.

1. На основі аналітичних досліджень встановлено необхідність розроблення засобів удосконалення технології виготовлення заготовок заданої специфікації з урахуванням використання неруйнівного методу контролю у процесі їх виробництва з лісоматеріалів круглих деревини дуба.

2. Розроблено методичні принципи визначення величин корисного та якісного виходу пиломатеріалів і заготовок з лісоматеріалів круглих та їх коефіцієнтів сортності, що забезпечить ефективне управління технологічним процесом виготовлення заготовок заданої специфікації на всіх етапах їх виробництва.

3. Експериментальним шляхом отримано залежності основних технологічних параметрів від розмірно-якісної характеристики сировини у процесі виготовлення дубових заготовок, що дасть змогу прогнозувати необхідний обсяг деревини різних груп якості та розмірів. Встановлено величини корисного виходу пиломатеріалів обрізних (59,0–63,1 %), необрізних (70,0–78,0 %) і заготовок (30,0–36,7 %) з колод за їх групами розмірів і якості, та заготовок з пиломатеріалів необрізних – 67,8–71,1 % з використанням стрічкопилкових та круглопилкових верстатів. Отримано середньозважені величини якісного виходу пилопродукції з колод, які становлять: для необрізних пиломатеріалів 1-го сорту – 17,6 %; 2-го сорту – 21,8 %; 3-го сорту – 34,6 %; для обрізних пиломатеріалів 1-го сорту – 18,7 %; 2-го сорту – 17,4 %; 3-го сорту – 30,0 %; для заготовок 1-го сорту – 11,2 %; 2-го сорту – 12,4 % і 3-го сорту – 12,7 %.

4. Визначено коефіцієнти сортності пиломатеріалів необрізних (0,09–0,91), обрізних (0,08–0,92) та заготовок (0,06–0,81), отриманих з колод різної розмірно-якісної характеристики.

5. Розроблено програму імітаційного моделювання процесу розкрою лісоматеріалів круглих на пиломатеріали і заготовки заданої специфікації, яка передбачає можливість використання отриманих у виробничих умовах коефіцієнтів сортності та враховує розмірно-якісну характеристику сировини.

6. Доведено доцільність застосування теплового методу контролю для ідентифікації основних сортоутворюючих вад деревини в пиломатеріалах дуба шляхом тепловізійної зйомки із застосуванням теплової стимуляції пушками, ефективність якої встановлено за критерієм відношення сигнал/шум (S).

7. Визначено діапазон температур інфрачервоного випромінювання основних сортоутворюючих вад деревини в пиломатеріалах дуба, який становить: для сучків – $t = 16–24$ °С; для гнилизни – $t = 22–27$ °С; для тріщин – $t = 24–31$ °С. Встановлено тривалість фототепловізійного процесу ідентифікації вад деревини на один погонний метр пиломатеріалу дуба початкової вологості. Отримано регресійні залежності температури інфрачервоного випромінювання сортоутворюючих вад деревини від температури та часу теплової стимуляції дошки, на основі яких

розроблено шкалу з прогнозування температури випромінювання вад, що дає можливість управляти процесом ідентифікації сортоутворюючих вад.

8. Для практичної реалізації результатів досліджень розроблено спосіб та лінію для теплового неруйнівного виявлення сортоутворюючих вад деревини в пиломатеріалах (патенти України № 98967 та № 104328), для яких розроблено та запропоновано засіб управління процесом ідентифікації вад, який передбачає встановлення фотофільтрів (RGB) для чіткого вловлювання певних спектрів довжин хвиль інфрачервоного випромінювання.

9. Розроблено рекомендації виробникам заготовок з деревини дуба, що містять технологічні рішення з удосконалення технології виготовлення заготовок заданої специфікації, які впроваджено на трьох лісопильно-деревооброблювальних підприємствах. Впровадження розроблених рекомендацій на підприємствах з обсягом переробки деревини до 10000 м³/рік дасть змогу збільшити прибуток від реалізації виготовленої продукції на 1004,49 тис. грн/рік.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України:

1. Коваль В. С. Оптимізація процесу розкрою пиломатеріалів з врахуванням розмірно-якісної характеристики / В. С. Коваль, **С. М. Мазурчук** // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Техніка та енергетика АПК. – 2013. – Вип. 185. – Ч. 2. – С. 161–166. *(Здобувачем особисто проведено та опрацьовано результати експериментальних досліджень)*.

2. Мазурчук С. М. Застосування неруйнівних методів оцінювання якості пилопродукції при її розкрої / С. М. Мазурчук // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – 2014. – Вип. 147. – С. 78–84.

3. Мазурчук С. М. Визначення норми витрати пиловочної сировини дуба у виробництві пиломатеріалів та ідентифікація сортоутворюючих вад під час їх розкрою на заготовки / Н. В. Марченко, В. С. Коваль, **С. М. Мазурчук** // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – 2015. – Вип. 160. – С. 26–30. *(Здобувачем особисто проаналізовано результати експериментальних досліджень)*.

4. Марченко Н. В. Щодо шляхів підвищення ефективності розкрою лісо- та пиломатеріалів / Н. В. Марченко, **С. М. Мазурчук**, В. В. Борячинський // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – 2016. – Вип. 169. – С. 103–108. *(Здобувачем особисто проаналізовано основні програмні продукти для розкрою лісо- та пиломатеріалів на пилопродукцію)*.

5. Мазурчук С. М. Шляхи підвищення ефективності виготовлення заготовок, випиляних з деревини дуба / Н. В. Марченко, **С. М. Мазурчук**, П. А. Никитюк // Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. – 2016. – Вип. 26.4. – С. 283–290. *(Здобувачем особисто запропоновано методика виявлення сортоутворюючих вад пиломатеріалів деревини дуба, проведено аналіз результатів експериментальних досліджень)*.

**Стаття у науковому фаховому виданні України,
включеному до міжнародних наукометричних баз даних**

6. Технологічні рішення у процесах ресурсоощадного виробництва пилопродукції: [електронний ресурс] / [Марченко Н. В., Сірко З. С., **Мазурчук С. М.**, Борячинський В. В.] // Лісове і садово-паркове господарство. – 2016. – № 9. – Режим доступу до ресурсу статті: <http://ejournal.studnubip.com/zhurnal-9/ukr/marchenko-sirko-mazurchuk-boryachynskij>. *(Здобувачем особисто проведено експертну оцінку вагомості основних сортоутворюючих вад пиломатеріалів твердолистяних порід).*

Стаття у науковому виданні іншої держави

7. Sergei Mazurchuk. Optimization of sawing lumber on blanks / Valeriy Koval, **Sergei Mazurchuk** // Annals Warsaw University of Life Sciences. SGGW Forestry and Wood Technology. – 2013. – № 81. – С. 137–142. *(Здобувачем особисто проаналізовано доцільність проведення розмірно-якісної характеристики пиломатеріалів).*

Статті в інших виданнях:

8. Коваль В. С. Автоматизація процесів розкрою пиломатеріалів з урахуванням їх розмірно-якісної характеристики / В. С. Коваль, **С. М. Мазурчук** // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Лісівництво та декоративне садівництво. – 2012. – Вип. 171. – Ч. 2. – С. 208–214. *(Здобувачем особисто проведено та проаналізовано експериментальні дослідження).*

9. Марченко Н. В. Шляхи підвищення ефективності використання деревини дуба у виробництві пилопродукції / Н. В. Марченко, В. С. Коваль, **С. М. Мазурчук** // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Лісівництво та декоративне садівництво. – 2015. – Вип. 219. – С. 274–278. *(Здобувачем особисто проведено експериментальні дослідження виявлення сортоутворюючих вад пиломатеріалів).*

Патенти на корисну модель:

10. Патент на корисну модель № 98967 Україна, МПК(2006.01) G01N 33/46. Спосіб теплового неруйнівного виявлення сортоутворюючих вад пиломатеріалів / **С. М. Мазурчук**, В. С. Коваль, З. С. Сірко; заявник та патентовласник Національний університет біоресурсів і природокористування України. – № 2014 u 13333; заявлено 12.12.2014; опубліковано 12.05.2015, Бюл. № 9. *(Здобувачем особисто запропоновано формулу винаходу на корисну модель).*

11. Патент на корисну модель № 104328 Україна, МПК(2016.01) G01N 29/00. Лінія для теплового неруйнівного виявлення сортоутворюючих вад пиломатеріалів / **С. М. Мазурчук**, В. С. Коваль, З. С. Сірко; заявник та патентовласник Національний університет біоресурсів і природокористування України. – № 2015 u 06741; заявлено 07.07.2015; опубліковано 25.01.2016, Бюл. № 2. *(Здобувачем особисто запропоновано формулу винаходу на корисну модель).*

Тези наукових доповідей:

12. Мазурчук С. Н. Условия применения неразрушающих методов оценки качества пилопродукции / В. С. Коваль, **С. Н. Мазурчук** // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: Международная заочная научно-практическая конференция, г. Воронеж, Российская Федерация, 10–12 декабря 2014 года: тезисы доклада. – Воронеж, 2014. – № 5. – Ч. 4. – С. 147–150. *(Здобувачем особисто поставлено задачу застосування неруйнівних методів контролю якості пиломатеріалів).*

13. Мазурчук С. Н. К вопросу о повышении эффективности использования древесины в производстве пилопродукции / Н. В. Марченко, В. С. Коваль, **С. Н. Мазурчук** // Актуальные проблемы и перспективы развития лесопромышленного комплекса: III Международная научно-техническая конференция, г. Кострома, Российская Федерация 21–24 сентября 2015 года: тезисы доклада. – Кострома, 2015. – С. 78–80. *(Здобувачем особисто проведено експериментальні дослідження).*

14. Мазурчук С. М. Щодо автоматизації процесів розкрою пиломатеріалів / С. М. Мазурчук // Всеукраїнська студентська наукова конференція, м. Київ, 2011 року: тези доповіді. – К., 2011. – С. 253–254.

15. Мазурчук С. М. Щодо автоматизації процесів розкрою пиломатеріалів з врахуванням розмірно-якісної характеристики / С. М. Мазурчук // Ліс, довкілля, технології: наука та інновації: Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 29 березня 2012 року: тези доповіді. – К., 2012. – С. 285–286.

16. Коваль В. С. Щодо раціонального розкрою деревної сировини / В. С. Коваль, **С. М. Мазурчук** // Ліси, парки, технології: сьогодні і майбутнє: Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 28–29 березня 2013 року: тези доповіді. – К., 2013. – С. 213–214. *(Здобувачем особисто проаналізовано ринок продукції лісопильно-деревобробного виробництва).*

17. Мазурчук С. М. Щодо оптимізації процесів розкрою пиломатеріалів на заготовки / В. С. Коваль, **С. М. Мазурчук** // Екологічнобезпечні ресурсозберігаючі технології оброблення деревини: Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 24–27 вересня 2013 року: тези доповіді. – К., 2013. – С. 16–17. *(Здобувачем особисто проаналізовано схеми розкрою пиломатеріалів на заготовки).*

18. Мазурчук С. М. Щодо застосування неруйнівних методів оцінювання якості пилопродукції / В. С. Коваль, **С. М. Мазурчук** // Лісове і садово-паркове господарство XXI сторіччя: актуальні проблеми та шляхи їх вирішення: Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 13–14 березня 2014 року: тези доповіді. – К., 2014. – С. 204–205. *(Здобувачем особисто проаналізовано методи оцінки якості пиломатеріалів).*

19. Коваль В. С. Щодо ідентифікації сортоутворюючих вад пиломатеріалів під час їх розкрою на заготовки / В. С. Коваль, **С. М. Мазурчук** // Біоресурси лісових та урбанізованих екосистем: відтворення, збереження і раціональне використання: Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 23–24 квітня 2015 року: тези доповіді. – К., 2015. – С. 189. *(Здобувачем особисто проведено аналіз результатів експериментальних досліджень).*

20. Мазурчук С. М. Щодо застосування теплового неруйнівного методу контролю у виявленні сортоутворюючих вад пиломатеріалів / В. С. Коваль, **С. М. Мазурчук** // Виклики XXI століття та їхнє вирішення у лісовому комплексі й довкіллі: Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 7–9 жовтня 2015 року: тези доповіді. – К., 2015. – С. 225. *(Здобувачем особисто проведено та статистично опрацьовано результати експериментальних досліджень)*.

21. Щодо питання ресурсощадності у технологічних процесах виробництва пилопродукції / [Коваль В. С., Сірко З. С., Марченко Н. В., **Мазурчук С. М.**, Борячинський В. В.] // Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем: VI Міжнародна науково-практична конференція, м. Чернігів, 26–29 квітня 2016 року: тези доповіді. – Чернігів, 2016. – С. 162–164. *(Здобувачем особисто проведено та статистично опрацьовано результати експериментальних досліджень)*.

22. Щодо підвищення корисного виходу пиломатеріалів та заготовок у процесах лісопиляння / [Сірко З. С., Марченко Н. В., **Мазурчук С. М.**, Борячинський В. В.] // Актуальні проблеми лісового сектору та садово-паркового господарства: Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 14–15 квітня 2016 року: тези доповіді. – К., 2016. – С. 189–190. *(Здобувачем особисто поставлено задачу раціонального використання деревини)*.

АНОТАЦІЯ

Мазурчук С. М. Засоби удосконалення технології виготовлення заготовок з деревини дуба. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.06 – технологія деревообробки, виготовлення меблів та виробів з деревини. – Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, 2016.

Дисертаційна робота присвячена вирішенню важливого науково-практичного завдання – раціонального використання сировини у виробництві заготовок заданої специфікації з урахуванням теплового неруйнівного методу контролю та прогнозування їх корисного і якісного виходу залежно від розмірно-якісної характеристики сировини й продукції. Отримано залежності корисного і якісного виходу заготовок від параметрів розмірно-якісної характеристики сировини і пилопродукції та коефіцієнти сортності пиломатеріалів і заготовок, які можуть бути використані для ефективного планування виробництва. Розроблено програму імітаційного моделювання процесу розкрою колод та пиломатеріалів на заготовки, що дає змогу складати план-схеми з урахуванням розмірно-якісної характеристики сировини і продукції. Встановлено можливість і доцільність застосування теплового неруйнівного методу контролю для ідентифікації основних сортоутворюючих вад деревини в пиломатеріалах дуба. Вперше визначено основні параметри (температуру теплової стимуляції, час теплової стимуляції, температуру відображення сортоутворюючих вад) процесу ідентифікації тепловим методом контролю основних сортоутворюючих вад деревини дуба (гнилизни, сучків, тріщин) в пиломатеріалах. Розроблено й запропоновано спосіб та лінію теплового неруйнівного виявлення сортоутворюючих вад деревини в пиломатеріалах

початкової вологості. Розроблено засіб управління процесом ідентифікації вад деревини для запропонованих способу та лінії. Розроблено рекомендації виробникам заготовок з деревини дуба, що впроваджено на трьох підприємствах галузі, які сприяють зниженню матеріалоемності виробництва.

Ключові слова: лісоматеріали круглі, пиломатеріали, заготовки, вади деревини дуба, ідентифікація вад деревини, тепловий неруйнівний метод контролю, корисний вихід, якісний вихід.

АННОТАЦІЯ

Мазурчук С. Н. Средства усовершенствования технологии изготовления заготовок из древесины дуба. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.06 – технология деревообработки, изготовления мебели и изделий из древесины. – Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, Киев, 2016.

Диссертационная работа посвящена решению важного научно-практического задания – рационального использования сырья в производстве заготовок заданного качества с учетом теплового неразрушающего метода контроля и прогнозирования их полезного и качественного выхода в зависимости от размерно-качественной характеристики сырья и продукции.

Разработаны методические принципы определения величин полезного и качественного выхода пиломатериалов и заготовок из лесоматериалов круглых, а также их коэффициентов сортности, которые обеспечат повышение эффективности использования древесного сырья. Экспериментальным путем получены зависимости основных технологических параметров от размерно-качественной характеристики сырья и продукции для определения полезного и качественного выходов заготовок из пиломатериалов древесины дуба. Установлены величины полезного выхода пиломатериалов обрезных (59,0–63,1 %), необрезных (70,0–78,0 %) и заготовок (30,0–36,7 %) из бревен с их группами размеров и качества, и заготовок из пиломатериалов необрезных – 67,8–71,1 % с использованием ленточнопильных и круглопильных станков. Получены средневзвешенные величины качественного выхода пилопродукции из бревен, которые составляют: для необрезных пиломатериалов 1-го сорта – 17,6 %; 2-го сорта – 21,8 %; 3-го сорта – 34,6 %; для обрезных пиломатериалов 1-го сорта – 18,7 %; 2-го сорта – 17,4 %; 3-го сорта – 30 %; для заготовок 1-го сорта – 11,2 %; 2-го сорта – 12,4 % и 3-го сорта – 12,7 %. Определены коэффициенты сортности пиломатериалов необрезных (0,09–0,91), обрезных (0,08–0,92) и заготовок (0,06–0,81), полученных из бревен различной размерно-качественной характеристики. Установлена необходимость в повышении ресурсосбережения древесного сырья путем применения неразрушающих методов контроля размерно-качественной характеристики пиломатериалов на этапе их раскря на заготовки. Получены коэффициенты сортности пиломатериалов и заготовок, которые могут быть использованы для эффективного планирования производства. Разработана программа имитационного моделирования процесса раскря колод и пиломатериалов на заготовки, что позволяет составлять планы-схемы с учетом размерно-качественной характеристики сырья и продукции.

Установлена возможность и целесообразность применения теплового неразрушающего метода контроля для идентификации основных сортообразующих пороков древесины в пиломатериалах дуба путем тепловизорной съемки на основе метода тепловой стимуляции тепловыми пушками, эффективность которого установлена по критерию отношения сигнал/шум (S). Впервые определены основные параметры (температура тепловой стимуляции, время тепловой стимуляции, температура отображения сортообразующих пороков) процесса идентификации тепловым методом контроля основных сортообразующих пороков древесины дуба (гнили, сучков, трещин) в пиломатериалах. Определен диапазон температур инфракрасного излучения основных сортообразующих пороков древесины в пиломатериалах дуба, составляющий: для сучков – $t = 16–24$ °С; для гнили – $t = 22–27$ °С; для трещин – $t = 24–31$ °С. Установлена продолжительность фототепловизионного процесса идентификации пороков древесины на один погонный метр пиломатериала дуба начальной влажности, которая находится в диапазоне от 19 до 64 с с интервалом фиксации доски 2 с при условии, что ширина доски – не более 350 мм, а масштабный коэффициент (K_m) – 6. Получены регрессионные зависимости температуры инфракрасного излучения таких сортообразующих пороков древесины, как: сучки, гниль, трещины от температуры обдувания тепловой пушкой доски и времени фиксации порока, на основании которых разработана шкала определения температуры излучения пороков, что дает возможность управлять процессом идентификации сортообразующих пороков в зависимости от изменений входного параметра.

Разработаны способ и линия теплового неразрушающего выявления сортообразующих пороков древесины в пиломатериалах начальной влажности. Разработано средство управления процессом идентификации пороков древесины для предложенных способа и линии, при котором учтено наличие фотофильтров для четкого улавливания определенных спектров длин волн инфракрасного излучения. Разработаны рекомендации по технологическим решениям относительно повышения эффективности производства заготовок заданной спецификации производителям пилопродукции из древесины дуба, которые внедрены на трех предприятиях отрасли. Внедрение разработанных рекомендаций на предприятиях с объемом переработки древесины до 10000 м³/год позволит увеличить прибыль от реализации произведенной продукции на 1004,49 тыс. грн/год.

Ключевые слова: лесоматериалы круглые, пиломатериалы, заготовки, пороки древесины дуба, идентификация пороков древесины, тепловой неразрушающий метод контроля, полезный выход, качественный выход.

ANNOTATION

Mazurchuk S. M. Means of improving production technology of oak timber pieces. – The Manuscript.

The thesis is for the scientific degree of Candidate of Technical Science specialty 05.23.06 – woodworking technology, manufacture of furniture and wood products. – National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, 2016.

Dissertation work is dedicated to the solution of important research and practical task – the rational use of raw material in the production of logging of the set specification

considering the thermal non-destructive method of control and prognostication of their useful and quality output depending on measuring-quality description of raw material and products. Dependences of useful and quality output of logging were received on the parameters of measuring-quality description of raw material and sawed products and coefficients of grade of saw-timbers and logging that can be used for the effective planning of production. The simulation of program modeling is developed of logs cutting and saw-timbers for logging, that allows to fold the charts of plan taking into account measuring-quality description of raw material and products. Possibility and expediency of application of thermal non-destructive method of control are set for identification of basic sort forming defects of woods in the saw-timbers of oak. The basic parameters (temperature of thermal stimulation, duration of thermal stimulation, temperature of reflection of sort forming defects) of process of identification by the thermal method control of basic sort forming defects of oak (rot, twigs, cracks) were defined in saw-timbers. A method and line of thermal non-destructive exposure of sort forming defects of wood are developed and offered in the saw-timbers of initial humidity. The way of control of identification process of wood defects was developed for the offered method and line. Recommendations for logging producers from wood of oak are worked out that are implemented at three enterprises, that help to reduce the material consumption of production.

Key words: round timber, saw-timbers, logging, defects of oak wood, identification of wood defects, thermal non-destructive method of control, useful output, quality output.

Підписано до друку 24.10.2016
Ум. друк. арк. 0,9
Наклад 100 прим.

Формат 60×84/16
Обл.-вид. арк. 0,8
Зам. №8781

Віддруковано у редакційно-видавничому відділі НУБіП України
вул. Героїв Оборони, 15, Київ, 03041
тел.: 527-81-55