

**УДК 674.048**

**ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗПОДІЛУ ТЕМПЕРАТУРИ  
ПО ТОВЩИНІ ЗАГОТОВОК ДЕРЕВИНИ ЯСЕНА В ПРОЦЕСІ  
ВАКУУМНО-КОНДУКТИВНОГО ТЕРМІЧНОГО ОБРОБЛЕННЯ**

**Губер Ю. М., кандидат технічних наук, Ільків М.М., аспірант**  
*(Національний лісотехнічний університет України)*

*Фізичні та механічні властивості термодеревини суттєво залежать від температури та тривалості процесу оброблення. Експериментальним шляхом досліджено розподіл температури по товщині ясеневих заготовок в процесі вакуумно-кондуктивного термічного оброблення. Це дає змогу визначити значення складових кольору не тільки на поверхні заготовок, але й у будь-якій точці товщини сортименту.*

Деревина як і більшість матеріалів природнього походження має обмежений термін використання. З метою збільшення тривалості експлуатації виробів з деревини, розроблено чимало способів її модифікування. Як правило, ці методи пов'язані із дією на деревину різних хімічних реагентів. Таке оброблення забезпечує деревині стійкість до горіння, пошкодження грибами та комахами, збільшує стійкість до гниття. Проте воно не завжди є безпечним. Модифікована такими методами деревина стає джерелом забруднення навколишнього середовища та спричиняє шкоду здоров'ю людей.

Термооброблення – це альтернативний спосіб модифікування деревини. Перевага цього методу полягає в тому, що не використовуються хімічні реагенти, які були б шкідливими для людського здоров'я, а отже, термодеревина є безпечною. На даний час розроблено чимало технологій термічного модифікування деревини. Деякі з них передбачають проведення термічного оброблення в середовищі водяної пари (ThermoWood<sup>®</sup> [4], West Wood [5]), в середовищі водяної пари та азоту (Ratification<sup>®</sup> [6]), в середовищі рослинних олій (Menz-Holz [7]).

До технологій термічного модифікування деревини можна віднести і технологію вакуумно-кондуктивного термічного оброблення деревини (ВКТОД). Суть оброблення деревини за ВКТОД полягає в тому, що захисним середовищем від займання деревини в ході процесу є вакуум (залишковий тиск в камері оброблення не більше 10 кПа), а тепло підводиться до заготовок контактним (кондуктивним) методом [1]. Схему експериментальної установки для вакуумно-кондуктивного термічного оброблення деревини показано на рис.1.

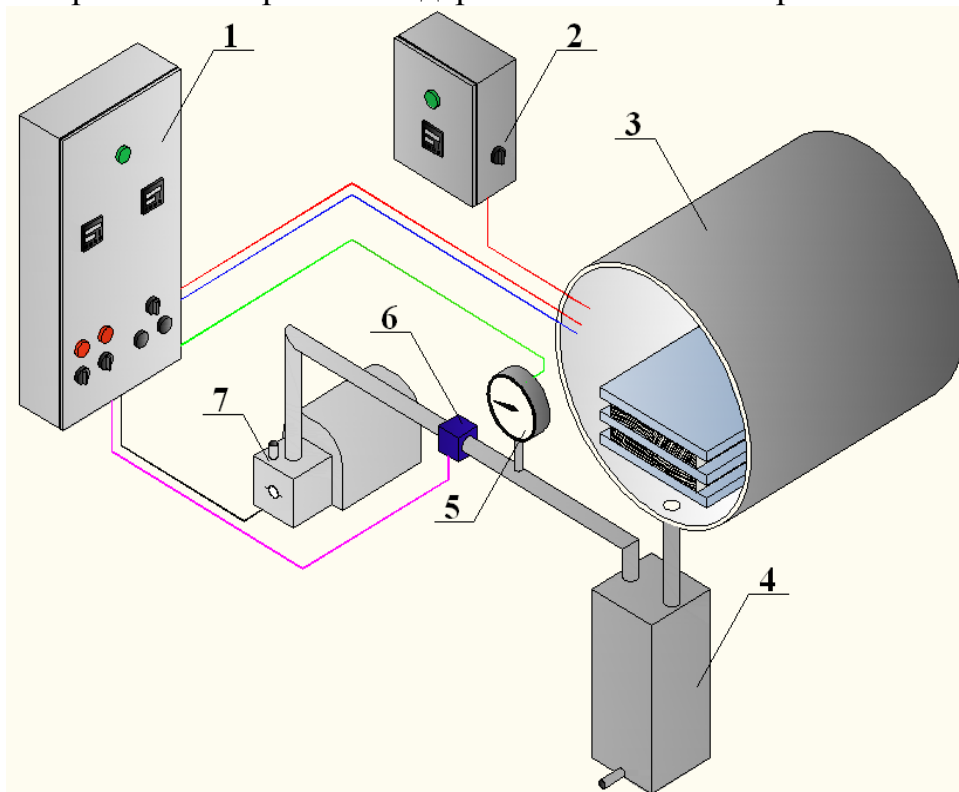


Рис. 1. Схема експериментальної установки для вакуумно-кондуктивного термічного оброблення деревини

1 – система автоматичного керування процесом термічного оброблення деревини; 2– багатоканальний регулятор температури РТ-0102-8; 3 – камера оброблення; 4 – ємність для конденсату; 5 – електроконтактний вакууметр ЭКВ-1У; 6 – засувка з електроприводом; 7 – вакуумна помпа.

Термічне модифікування деревини покликане покращити її фізико-механічні властивості. І більшість виробників термодеревини подають саме такі дані. Проте, як засвідчили результати проведених власних досліджень, це не завжди так. Більшість механічних показників термодеревини ясена є гіршими у порівнянні із механічними показниками необробленої деревини [2]. Це можна пояснити незворотніми хімічними процесами, які проходять в деревині в процесі термічного оброблення. Із збільшенням тривалості та температури оброблення зростає кількість екстрактивних речовин, лігніну, целюлози та геміцелюлози, що руйнуються та виводяться з деревини. Це в свою чергу призводить до зменшення маси деревини, а отже до зменшення її щільності [3].

Результати експериментальних досліджень показали, що при обробленні заготовок деревини ясена вологістю 12% протягом 4 годин за температури від

160°C до 220°C, їх відносна втрата маси в середньому становила від 12,6% до 30,9% відповідно. Велика відносна втрата маси є причиною стабільності геометричних розмірів термодеревини, що декларують виробники та що підтверджено нашими дослідженнями [3].

Надзвичайно важливим фізичним показником деревини є її колір та текстура. Колір термічно обробленої деревини є темнішим, насиченішим та підкреслює її текстуру. Проте важливо знати значення складових кольору не тільки на поверхні термодеревини, але і по всій товщині заготовок. На основі аналізу математичних моделей, що описують залежність складових кольору від режимних параметрів процесу термічного оброблення [2], зроблено висновок, що температура оброблення – це той фактор, від якого найбільше залежать значення складових кольору.

Для експериментальних досліджень розподілу температури по товщині деревних сортиментів експериментальну установку було доукомплектовано багатоканальним регулятором температури РТ-0102-8. В досліджах використовували заготовки деревини ясеня розмірами 28×110×450 мм та початковою вологістю 12%. Схему розміщення датчиків температури в заготовках представлено на рис. 2.

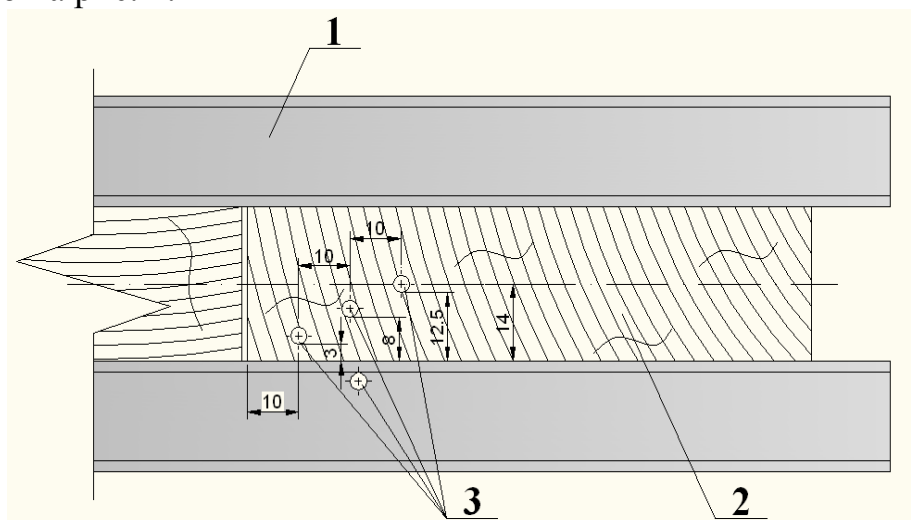
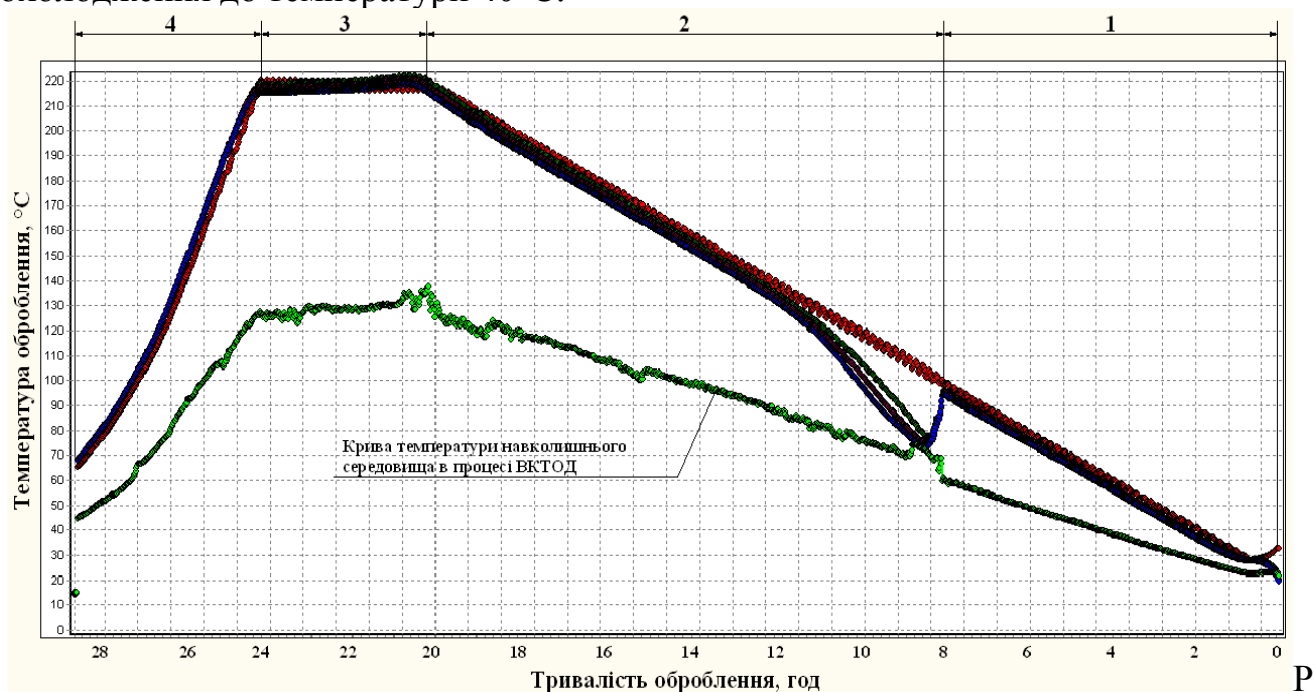


Рис. 2. Схема розміщення датчиків температури в заготовці  
1 – грюча плита; 2 – заготовка; 3 – датчики температури.

Для забезпечення надійності даних, отриманих в ході експерименту, використовували термометри опору Pt100 довжиною 70 мм та діаметром 3 мм. Відстань від крайки заготовки до осі отвору першого термометра становила не менше двох відстаней між пластю заготовки та поверхнею даного термометра. Місця встановлення термометрів по ширині заготовки зміщені одне відносно іншого згідно схеми. Виконання цих двох умов забезпечує отримання дійсних значень температури деревини по товщині сортименту. Крім того вимірювалася температура на поверхні деревини та температура навколишнього середовища в камері оброблення. Результати експериментальних досліджень розподілу температури в ясенових заготовках по товщині в процесі вакуумно-кондуктивного термічного оброблення показані на рис. 3-6.

На рисунку 3 представлено температурні криві в процесі термооброблення, в якому можна виокремити чотири етапи: 1 – нагрівання деревини від 20°C до 100°C (швидкість нагрівання 10 °C/год); 2 – створення розрідження та нагрівання деревини до заданої температури (P = 10 кПа, швидкість нагрівання 10 °C/год); 3 – витримка за заданої температури протягом певного періоду часу; 4 – охолодження до температури 40°C.



ис. 3. Криві кінетики процесу термічного модифікування деревини та розподіл температур по товщині заготовки в процесі ВКТОД

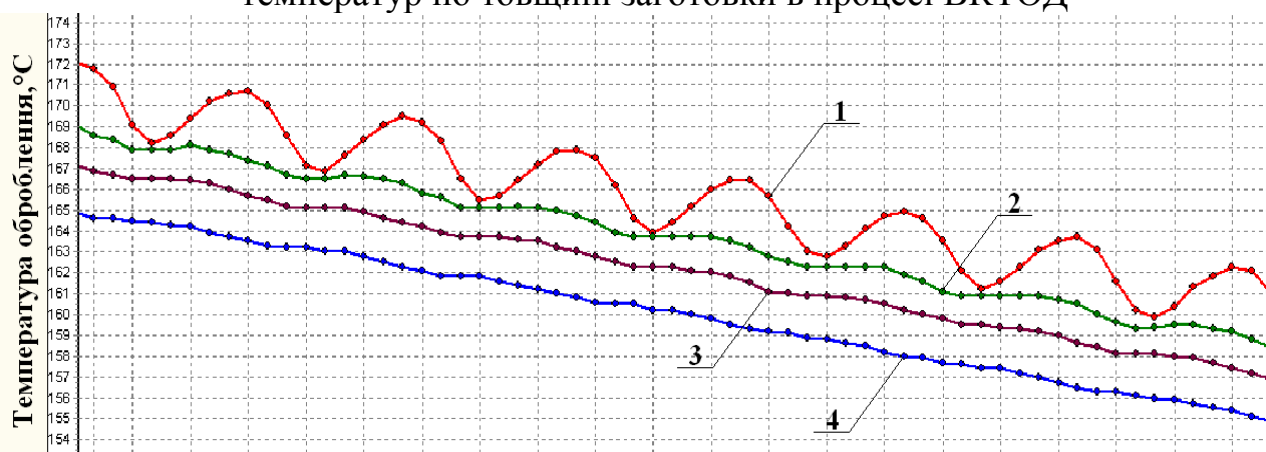


Рис. 4. Розподіл температури по товщині заготовки на другому етапі ВКТОД  
 1 – температура на поверхні заготовки; 2 – температура на глибині 3 мм;  
 3 – температура на глибині 8 мм; 4 – температура на глибині 12,5 мм.

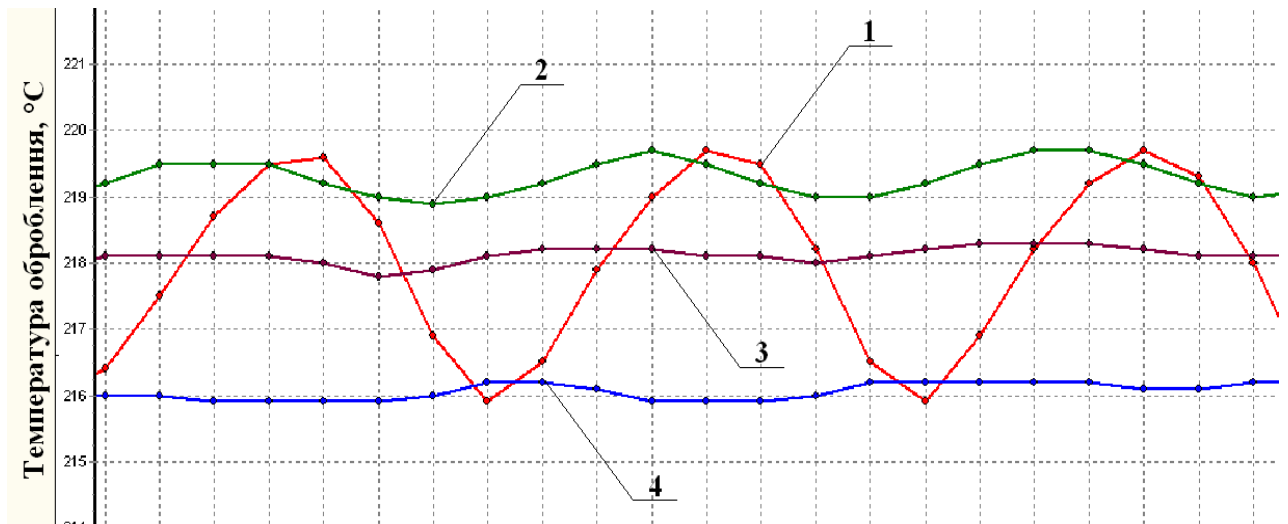


Рис. 5. Розподіл температури по товщині заготовки на третьому етапі ВКТОД  
 1 – температура на поверхні заготовки; 2 – температура на глибині 3 мм;  
 3 – температура на глибині 8 мм; 4 – температура на глибині 12,5 мм.

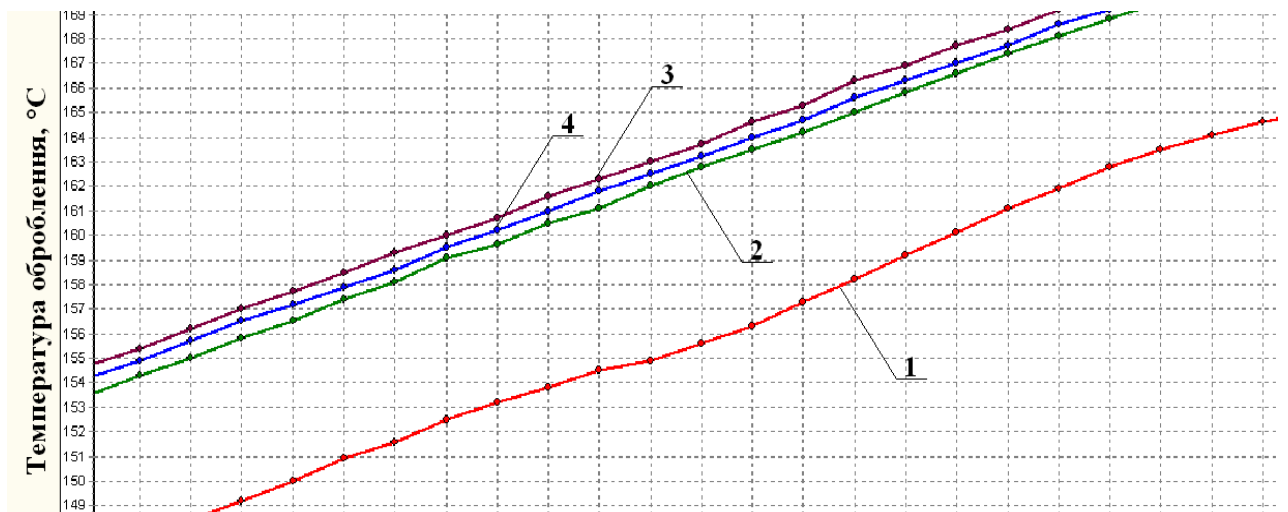


Рис. 6. Розподіл температури по товщині заготовки на третьому етапі ВКТОД  
 1 – температура на поверхні заготовки; 2 – температура на глибині 3 мм;  
 3 – температура на глибині 8 мм; 4 – температура на глибині 12,5 мм.

Як видно із наведених кривих розподілу температури по товщині заготовки в процесі вакуумно-кондуктивного термічного оброблення існує два варіанти: для першого, другого та четвертого етапів – нестационарні температурні поля, і для третього етапу – стаціонарне температурне поле.

Отримані значення температури в будь-якій точці товщини заготовки роблять можливим визначення значень складових кольору. В подальшому дослідження будуть продовжені в теоретичній площині з метою розроблення математичної моделі температурних полів в деревині в процесі вакуумно-кондуктивного термічного оброблення деревини.

## Список використаної літератури

1. Губер Ю.М. Експериментальні дослідження Зміни фізико-механічних властивостей деревини в процесі вакуумно-кондуктивного термічного оброблення / Ю.М. Губер, Ж.Я. Гуменюк, М.М. Ільків // Науковий вісник НЛТУ України: зб. наук.-техн. праць. – Львів: РВВ НЛТУ України. – 2010. – Вип. 20.2 – с. 92-99.
2. Ільків М.М. Визначення впливу вакуумно-кондуктивного термічного оброблення деревини ясена на її фізико-механічні властивості / М.М. Ільків, Ю.М. Губер // Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість: міжвідомчий науково-технічний збірник. – Львів: НЛТУ України. – 2011. – Вип. 37.1 – с. 57-60.
3. Губер Ю.М. Експериментальне дослідження розбухання термодеревини бука / Ю.М. Губер, М.М. Ільків, В.М. Мицко // Науковий вісник НЛТУ України: зб. наук.-техн. праць. – Львів: РВВ НЛТУ України. – 2012. – Вип. 22.13 – с. 131-136.
4. [Електронний ресурс] – доступний з <http://www.thermowood.fi>
5. [Електронний ресурс] – доступний з <http://www.westwoodcorporation.com>
6. [Електронний ресурс] – доступний з <http://www.emse.fr>
7. [Електронний ресурс] – доступний з <http://www.menzholz.de>

## Abstract

### EXPERIMENTAL RESEARCH OF TEMPERATURE DISTRIBUTION THROUGH THE THICKNESS OF WOOD ASH IN THE PROCESS OF THE VACUUM-CONTACT HEAT-TREATING

Yu.M. Huber, M.M. Ilkiv

*Physical and mechanical properties of heat-treated wood depend on the temperature and time of heat-treating. Experimentally investigated the temperature distribution through the thickness of wood ash in the process of the vacuum-contact heat-treating. This allows you to determine the value of color component not only on the surface of the workpiece, but also anywhere in the thickness of the workpiece.*

## Аннотация

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПО ТОЛЩИНЕ ЗАГОТОВОК ДРЕВЕСИНЫ ЯСЕНЯ В ПРОЦЕССЕ ВАКУУМНО-КОНДУКТИВНОЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Губер Ю. М., Илькив М.Н.

*Физические и механические свойства термодеревесины существенно зависят от температуры и продолжительности процесса обработки.*

*Экспериментальным путем исследовано распределение температуры по толщине ясеневых заготовок в процессе вакуумно-кондуктивного термической обработки. Это позволяет определить значения составляющих цвета не только на поверхности заготовок, но и в любой точке толщины сортифта.*