

**Висновки.** За результатами виконання даної наукової роботи встановлено ряд закономірностей щодо зміни показників міцності на статичний згин деревини смереки при модифікуванні. Приведено графічні залежності динаміки зміни модуля пружності та міцності на статичний згин для різних часових параметрів витримки модифікування. Встановлено, що модуль пружності деревини смереки знижується в середньому на 3,5... 5,83 % при часі витримки 4...6 годин за температури 180°C. При модифікуванні показники міцності на статичний згин знижуються більш суттєво, в середньому діапазон варіювання їх зміни становить 14,6...25,90% залежно від часу витримки при досягненні температури обробки.

#### Список посилань

1. Андрашек Й.В. Аналіз зміни механічних властивостей термічно модифікованої деревини клена (*Acer pseudoplatanus* L.) та ялини звичайної (*Picea abies* K.) шляхом дослідження її пористої структури / Андрашек Й.В., Щупаківський Р.Б. // Науковий вісник НЛТУ: зб. наук. - техн. праць. – Львів : НЛТУ. – 2012. – Вип. 22.01. – С. 97-100.
2. Gunduz G. The density, compression strength and surface hardness of heat-treated hornbeam (*Carpinus betulus*) wood / Gunduz G., Korkut S., Aydemir D. // Maderas. Ciencia y tecnología 11(1), 2009. – P. 61-70.
3. Viikari Ala-Jukka, Mayes Duncan. New generation ThermoWood® - How to take Thermowood to the next level. (In: European Conference on Wood Modification 2009).

УДК 674.049.2

Щупаківський Р.Б., канд. техн. наук, доцент  
Андрашек Й.В., канд. техн. наук, доцент  
Щупаківський Я.Б., аспірант

Національний лісотехнічний університет України, [roman.shchupakivskyy@nltu.edu.ua](mailto:roman.shchupakivskyy@nltu.edu.ua)

### ДОСЛІДЖЕННЯ РІВНОВАЖНОЇ ВОЛОГОСТІ ТА ТЕМПЕРАТУРИ ФАСАДНИХ ЕЛЕМЕНТІВ З ТЕРМІЧНО МОДИФІКОВАНОЇ ТА НЕОБРОБЛЕНОЇ ДЕРЕВИНИ СМЕРЕКИ

**Вступ.** За даними міжнародних експертних груп будівельна галузь споживає 40% матеріалів, 17% прісної води та спричиняє 40%–50% глобальних викидів парникових газів. Однією зі спроб покращити екологічні показники цієї галузі є використання більшої кількості відновлюваних матеріалів.

Деревина є одним із найважливіших відновлюваних матеріалів у будівництві, перш за все завдяки своїм відмінним механічним властивостям і унікальному зовнішньому вигляду. Окрім будівельних застосувань, така деревина також має відповідати естетичним вимогам. Це в першу чергу важливо для дерев'яних фасадних елементів. Дерев'яні фасади можуть виготовлятися з необробленої деревини (переважно хвойних порід), деревини обробленої біоцидами, або модифікованої деревини. Однак найсуттєвішим недоліком деревини, що використовується в якості столярно-будівельних виробів є її низька біостійкість – можливість ураження дереворуйнуючими грибами внаслідок комбінованого впливу температурно-вологісних факторів.

Експериментальні випробування є швидшою альтернативою реальним польовим дослідженням, що, зачасти, тривають впродовж всього періоду експлуатації будівлі чи її елементів. Оpubліковані в ряді джерел дослідження показали, що експериментальні дослідження показників вологості можуть слугувати альтернативою довгостроковим випробуванням на гниття в польових умовах, що значною мірою економить час та ресурси [1]. Цей підхід підтримується модельним способом, який визначає експлуатаційну придатність матеріалу на основі комбінованого ефекту змочуваної здатності та довговічності [2].

**Основні завдання досліджень.** Встановлення закономірностей протікання процесів тепло- та вологоперенесення в термічно обробленій деревині смереки в процесі її експлуатації в якості фасадного елемента.

**Матеріали та методи досліджень.** В якості експериментальних зрізів використано термічно модифіковану деревину смереки радіального розпилювання та необроблену деревину тієї ж породи. Модифікування здійснювалось у термокамері за режимами “Thermowood”, при температурі 180°C з часом витримки 60хв. Градієнт температури між поверхнею та серединою зрізця не перевищував 6-8°C. В кінці процесу здійснювалось кондиціонування зрізів та їх подальше механічне оброблення в розмір за поперечним січенням 50x22мм, різної довжини (до 3250мм). Готові зрізи модифікованої та немодифікованої деревини смереки використовувались в якості фасадного оздоблення (фасадний елемент дерев'яної будівлі). Геолокаційно будівля розташована у смт. Поляниця, Івано-Франківської області.

З метою дослідження температури та рівноважної вологості деревини використано вимірювальне обладнання Scantronic Gigamodule. У кожній точці вимірювання було встановлено чотири пари ізольованих тефлоном електродів різної довжини, щоб забезпечити можливість вимірювання вмісту води та температури в чітко визначених глибинах поперечного перерізу. Після встановлення вимірювального обладнання дані зчитувалися тричі впродовж добового періоду вимірювання. Сумарний період вимірювань показників вологості та температури становив 11 місяців (жовтень-вересень).

**Основні результати досліджень.** Порівняльний аналіз температурних та вологісних показників елементів, які досліджуються представлено на рис. 1. Зазначимо, що в цілому вологість модифікованих елементів завжди є суттєво нижчою, не залежно від висоти вимірювань показника. Вологість поверхні термічно обробленої смереки з нижньої зони вимірювань в середньому становила 22,4%, в той час як необробленої 28,4,0%. Зі зростанням висоти заміру закономірність розбіжностей між вологісними показниками є ще суттєвішою – 14,9% для термічно модифікованої та 25,32% для немодифікованої відповідно. У верхній зоні вимірювань вологість ТМД в середньому становила 10,7% в той час як для смереки, що є неопорядженою більше 22,9%. Щодо температурного розподілу, то розбіжність є практично несуттєвою і коливається в межах 5-7%. Такі показники є закономірними та можуть корелюватись виключно в межах похибки вимірювань.

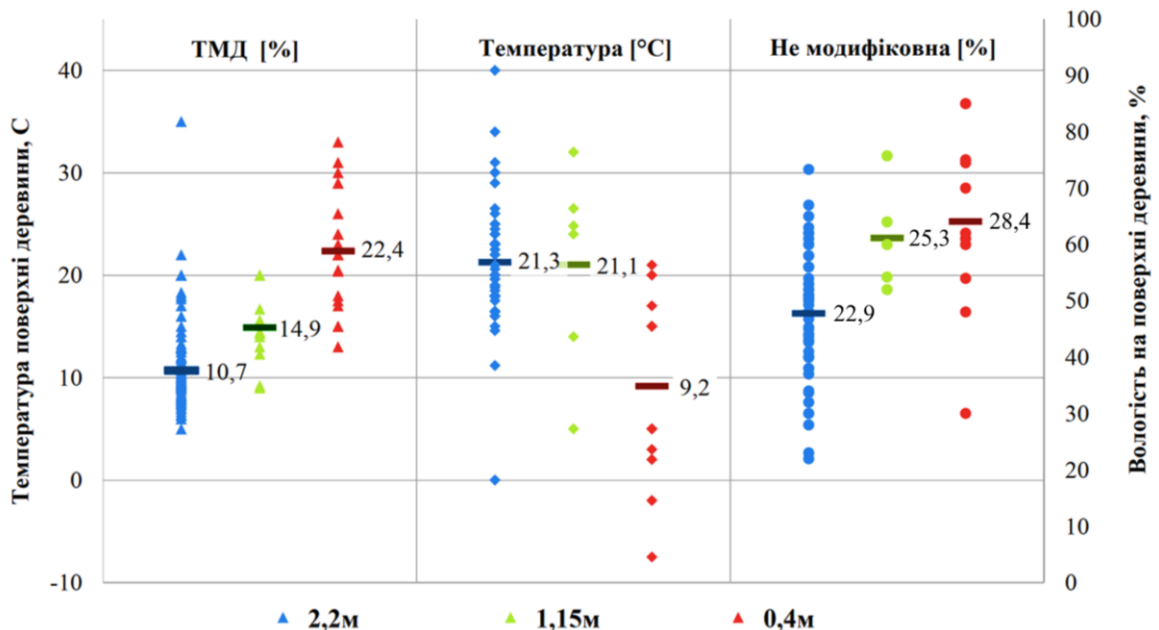


Рис. 1 – Поверхнева температура та вологість модифікованих та необроблених зрізів, що влаштовані на фасаді будівлі залежно від висоти точки заміру впродовж часу експерименту.

На основі результатів вимірювань зміни вологості за товщиною матеріалу отримано графічні залежності, що представлено на рисунку 2. З графіка видно, що показники РВД для модифікованої деревини суттєво залежать не лише від точки заміру (глибини встановлення вимірювального елемента), а й періоду року та часу вимірювань. Зазначимо, що кореляція РВД у внутрішніх шарах є менш суттєвою впродовж календарного року та коливається в межах 7,4-16,2%. В той час, як поверхнева вологість є суттєво вищою в зимовий та перехідний період (до 24%) та нижчою в літній час (до 8,7%). Така тенденція може пояснюватись наявністю поверхневої конденсованої вологи в осінньо-зимовий час, що призводить до штучного підвищення показника вологості.

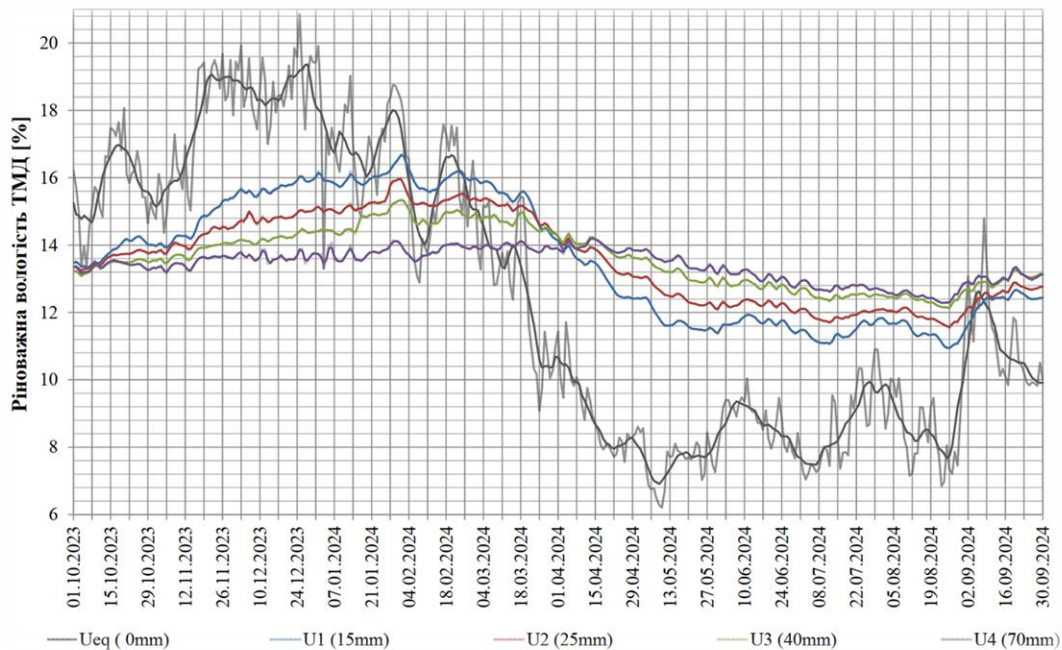


Рис. 2 – зміна рівноважної вологості термічно модифікованої деревини, що влаштована на фасаді будівлі залежно від глибини точки заміру впродовж часу експерименту.

**Висновки.** В цілому, порівнюючи показники рівноважної вологості та температури поверхні ТМД та необробленої деревини можемо констатувати, що термічно оброблений матеріал володіє суттєво кращими властивостями з точки зору можливості його експлуатації на відкритому просторі. За результатами експериментів встановлено що коливання рівноважної вологості в центральних шарах ТМД, в залежності від пори року та висоти заміру від нульової точки будівлі, в середньому, становить 6,4-17,3%. Лише в місяцях значного накопичення конденсованої вологи досягає до 21,3%. В той час як необроблена деревина має суттєво кращі гідрофільні властивості, оскільки вологість центральних шарів взірців була вищою за ТМД на 7,2-11,7%.

#### Список посилань

1. Brischke, C., Rapp, A. O., Untersuchung des langfristigen Holzfeuchteverlaufs an ausgewählten Bauteilen der Fußgängerbrücke in Essing, Arbeitsbericht der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Hamburg, 2007.
2. Keylwerth, R., Noack, D., Über den Einfluß höherer Temperaturen auf die elektrische Holzfeuchtemessung nach dem Widerstandsprinzip, Holz als Roh- und Werkstoff, 14 (5), 1956, pp. 162- 172.
3. Niemz, P., Gereke, T., Auswirkungen kurz- und langzeitiger Luftfeuchteschwankungen auf die Holzfeuchte und die Eigenschaften von Holz, Bauphysik, 31 (6), 2009, pp. 380-385.
4. Ressel, J., B., Fundamentals of wood moisture content measurement, Course notes, COST E53 Training School “Methods for measuring of moisture content and assessment of timber quality”, BFH, Hamburg, October 17 – 19 2006.