

УДК 684.4.03

doi:10.20998/2413-4295.2021.01.10

## ОБГРУНТУВАННЯ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕРМОМОДИФІКОВАНОГО ШПОНУ У СЕРЕДОВИЩІ З ПІДВИЩЕНОЮ ВОЛОГОЮ

**О. Ю. ГОРБАЧОВА**

кафедра технологій та дизайну виробів з деревини, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, УКРАЇНА  
e-mail: gorbachova.sasha@ukr.net

**АНОТАЦІЯ** Термічно модифікована деревина широко застосовується в деревообробній промисловості, оскільки володіє підвищеною стійкістю до чинників зовнішнього середовища (вологість, температура). Вплив високої температури на деревину спричиняє зменшення адсорбції води за рахунок зменшення доступних вільних гідроксильних груп вуглеводів. Зменшення гігроскопічності сприяє стабільності розмірів обробленого матеріалу, оскільки набрякання та всихання в основному пов'язані з явищами поглинання та десорбції води. Дослідження природного вивітрювання завжди займає багато років. Тому для дослідження стійкості термомодифікованої деревини до впливу середовища застосовують штучне вивітрювання – моделювання зовнішніх факторів (циклічна зміна УФ-світла та вологи). Встановлено ефективність використання термомодифікованого шпону у якості личкувального шару фасадів меблевих виробів, що експлуатуються за різних температурно-вологісних умов середовища. Визначено величини волого- та водопоглинання на зразках дубового шпону, що попередньо пройшли процес термооброблення. Виявлено, що найбільше вологи із середовища зразки дубового шпону набрали у перші дві доби. У немодифікованого шпону маса збільшилася на 0,06 г, аналогічні результати показав шпон модифікований за температур 160 та 190 °С. У двічі менше за перші дві доби набрав термомодифікований шпон за температури 250 °С. До кінця експерименту (наступні 11 діб) зразки шпону звичайного та модифікованого за всіх температур увібрали стільки ж вологи. Немодифікований шпон і термомодифікований за температур 160 і 220 °С увібрали 50-66 % своєї початкової маси, а модифіковані за 250 °С – 20-36 %. Контрольні зразки шпону під час визначення водопоглинання набрали 98 % від початкової маси. Зразки модифіковані за 160 °С – 10, 20, 30 хв показали кращий результат – зменшення до 94 %, 93 % та 91 %. Спостерігається незначне покращення водопоглинання після впливу температури 220 °С упродовж 10, 20, 30 хв – 91 %, 91 % та 90 %. Значення на рівні 90 %, 89 % та 86 % зафіксовано у зразках шпону модифікованих за 250 °С.

**Ключові слова:** деревина; шпон; термічне модифікування; температурно-вологісні параметри; вологопоглинання; водопоглинання; стабільність розмірів

## JUSTIFICATION OF THE POSSIBILITY OF USING THERMOMODIFIED VENEER IN AN ENVIRONMENT WITH HIGH HUMIDITY

**О. HORBACHOVA**

Department of Technology and Design of Wood Products, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, UKRAINE

**ABSTRACT** Thermally modified wood is widely used in the woodworking industry, as it has increased resistance to environmental factors (humidity, temperature). The effect of high temperature on wood causes a decrease in water adsorption by reducing the available free hydroxyl groups of carbohydrates. The reduction in hygroscopicity contributes to the treated material size stability, as swelling and shrinkage are mainly associated with the phenomena of absorption and water desorption. The study of natural weathering always takes many years. Therefore, to study the resistance of thermally modified wood to environmental influences, artificial weathering is used - modeling of external factors (cyclic change of UV light and moisture). The effectiveness of the thermally modified veneer use as a material for lining the furniture facades which working in different temperature and humidity conditions was established. The values of moisture and water absorption on the samples of oak veneer, which have previously undergone the heat treatment process, have been determined. It was found that the samples of oak veneer gained the most moisture from the environment in the first two days. The weight of unmodified veneer increased by 0.06 g, similar results showed veneer modified at temperatures of 160 and 190 °C. Thermally modified veneer at a temperature of 250 °C for the first two days gained twice less. By the end of the experiment (next 11 days), the samples of ordinary and modified veneer at all temperatures absorbed the same amount of moisture. Untreated veneer and thermally modified at temperatures of 160 and 220 °C absorbed 50-66 % of its initial weight, and modified at 250 °C – 20-36 %. Control samples of veneer during the determination of water absorption gained 98 % of the initial weight. Samples modified at 160 °C – 10, 20, 30 min showed the best result – reducing the value to 94 %, 93 % and 91 %. There is a slight improvement in water absorption after exposure to temperature 220 °C for 10, 20, 30 min – 91 %, 91 % and 90 %. Values water absorption at the level of 90 %, 89 % and 86 % were recorded in veneer samples modified at 250 °C.

**Keywords:** wood; veneer; thermal modification; temperature and humidity parameters; moisture absorption; water absorption; dimensional stability

### Вступ

В меблевому виробництві та будівництві все більш інтенсивно ведеться пошук нових

високоєфективних засобів захисту деревини від руйнування. Але захист деревини сьогодні повинен не тільки підвищувати її експлуатаційні параметри довговічність, а й вирішувати екологічну безпеку.

Термічне оброблення широко застосовується в деревообробній промисловості, оскільки підвищує стійкість матеріалу до чинників зовнішнього середовища. Цей процес спричиняє зменшення адсорбції води за рахунок зменшення доступних вільних гідроксильних груп вуглеводів. В результаті зменшення гігроскопічності деревини сприяє стабільності розмірів обробленого матеріалу, оскільки набрякання та всихання в основному пов'язані з явищами поглинання та десорбції води [1]. Часто при модифікуванні деревини виникають труднощі щодо технологічних режимів її оброблення, зокрема тривалості та температури впливу. Тому процес модифікування може не досягти необхідного рівня, а застосування такої деревини призводить до її швидкого руйнування.

Дія на деревину високих температур змінює як зовнішній вигляд, так і хімічні властивості деревини. У деяких випадках термічна обробка може збільшити цінність матеріалу, імітуючи поверхню тропічних порід, які цінуються в багатьох країнах. Важливо розуміти основи процесу термомодифікування, щоб досягти бажаних змін властивостей деревини [2]. Тому знання фізичних, механічних та хімічних властивостей термомодифікованої деревини, показників її якості, механізму дії на матеріали температури, дає змогу здійснювати вибір з урахуванням економічних показників, тривалості і безпеки застосування, екологічних аспектів тощо [3].

Низький рівень витрат на технічне обслуговування, широка доступність та відносно просте виготовлення та монтаж сприяють зростанню популярності дерев'яних фасадів. Саме термомодифікована деревина стає одним з кращих матеріалів для облицювання будівельних конструкцій та виробів [4]. У зв'язку з цим проведено вимірювання вологості термічно модифікованих фасадів та виявлено її низький вміст в порівнянні з еталонною ялиною. Але не вказано, який був ступінь та режими модифікування деревини. Втрати маси, змочуваність, колір деревини та хімічні перетворення згодом були широко вивчені, тоді як необхідні додаткові дослідження, що зосереджуються на контролі якості, моделюванні та вивченні причин поліпшень властивостей модифікованої деревини [5,6].

Необхідні засоби для оцінки зміни якості з точки зору покращення цільових властивостей матеріалу під час промислового виробництва та під час експлуатації. Широке використання термічно модифікованої деревини призвело до необхідності контролю якості, що включає контроль відхилень продукції, що дозволяє здійснювати його третьою стороною в разі сертифікації та регулювання скарг і вимог споживачів [7]. Однак, не вказано, які необхідні методи для характеристики зміни якості з точки зору поліпшених цільових властивостей модифікованої деревини під час промислового виробництва.

Лабораторні випробування показали позитивний вплив термічної модифікації на довговічність, стабільність розмірів і теплопровідність деревини [8]. Результати моніторингу показали, що елементи і вікна з термічно модифікованої ялини мають значно нижчий вміст вологи в деревині в порівнянні з вікнами з немодифікованої, і що віск також позитивно впливає на показники вологості.

Природне старіння, як правило, є відносно повільним процесом, тому штучне старіння відіграє важливу роль в оцінці результатів роботи шляхом скорочення часу порівняно з природним вивітрюванням умови. Підхід полягає у захисті поверхні за допомогою різних видів комерційних продуктів, таких як розчинники, що містяться у воді, з високим вмістом твердих речовин, порошкові покриття та продукти, що не містять речовин [9].

Дослідження природного вивітрювання завжди займає багато років. Тому багато досліджень стійкості термомодифікованої деревини до впливу середовища проводять в штучно створених умовах. Тести на штучне вивітрювання, як правило, вважаються моделюванням зовнішніх умов, і включають лише цикли впливу УФ-світла та вологи. Досліджено ефекти прискореного вивітрювання чергуванням опромінення УФ-світлом та водяним розпилюванням на зміну кольору зразків сосни, бука і ялини [10]. На поверхні було нанесено 1, 2 або 3 шари коричневої акрилової захисної речовини Superwax. Найнижчу стійкість кольору, що оцінювалася в кольоровій системі CIE-L \* a \* b \*, мала поверхня деревини букових зразків, що пофарбовані лише 1 шаром Superwax. Найвищу стійкість до зміни кольору мала ялина, пофарбована 3 шарами цього покриття.

Проведена оцінка зміни кольору і відбивної здатності дерев'яних поверхонь через штучне вивітрювання [11], отриманого за допомогою камери сонячного ящика, що імітує зовнішні умови і подальше вимивання води. Зі збільшенням часу вивітрювання необроблені поверхні зразків деревини темніють, тоді як модифіковані зразки світлішають, щоб мати схожий колір або, в будь-якому випадку, зменшувати хроматичну різницю, яка була на початку випробувань на атмосферостійкість.

Під час термічної обробки відбувається безліч хімічних реакцій, що призводять до змін в компонентах первинної клітинної стінки деревини і потемніння матеріалу. Серед інших змін, термомодифікована деревина, стає більш стійкою до грибкового розпаду і стабільніша за розмірами ніж необроблена, що робить його придатним для використання в приміщенні і на відкритому повітрі в якості облицювання, настилів, підлог, садових меблів та віконних рам [12].

В роботі [13] проведено дослідження набухання і шорсткості поверхні деревини після термообробки. Встановлено, що параметри набухання і шорсткості поверхні суттєво різнилися для двох

температур і двох тривалостей термообробки. Значення набухання і шорсткості поверхні зменшувалися зі збільшенням температури обробки і часу обробки, але не вказані за яких технологічних показників.

Одним з підходів є модифікація деревини – сукупність процесів, які надають обробленому матеріалу більше здатність справлятися з пошкодженнями, спричиненими зовнішнім середовищем, шляхом збільшення тривалості оброблення. Процес також виконується для посилення фізичних, механічних або естетичних властивостей деревини та похідні продукти з перевагою того, що не є шкідливими для користувачів та навколишнього середовища, як і натуральне дерево [14].

Таким чином, термічне модифікування деревини здатне надати їй можливості протистояти дії вологи. Тому розроблення технологічних заходів з модифікування деревини, дослідження волого- та водопоглинання є невирішеною складовою забезпечення стійкості деревини до перепаду умов середовища та визначають необхідність даного дослідження.

#### Мета роботи

Метою даної роботи є дослідження можливості використання термомодифікованого шпону для виготовлення виробів, що експлуатуються в умовах зміни вологи середовища, на основі встановлених величин волого- та водопоглинання матеріалу.

#### Матеріали і методи досліджень

Для встановлення ефективності використання термомодифікованого шпону у якості личкувального шару фасадів меблевих виробів, що експлуатуються за різних температурно-вологісних умов середовища, проведено дослідження величини волого- та водопоглинання. Використовували зразки дубового шпону, що попередньо пройшли процес термооброблення. Модифікування проводили у конвективній камері, для надійності результату шпон фіксували між пластинами з керамограніту. Загалом матеріал витримували за температур 160, 220, 250 °C упродовж 10, 20 та 30 хв. – рис. 1.

Для дослідження водопоглинання використовували зразки термомодифікованого шпону дубу із поверхню тангентального перерізу товщиною 0,7 мм, розміром 155x15 мм. Величину водопоглинання визначали на зразках розмірами 155x150 мм, товщиною 0,7 мм, що пройшли попереднє термомодифікування за наведеними вище параметрами.

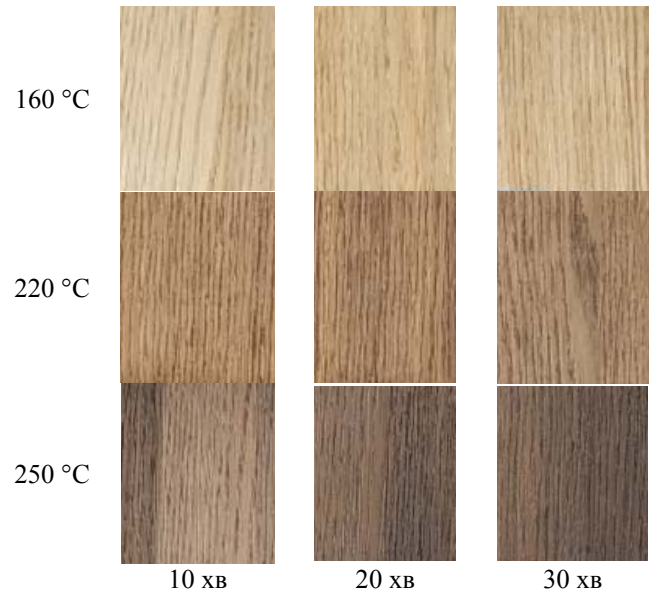


Рис. 1 – Дослідні зразки шпону модифікованого за умов різних режимних параметрів

Вологопоглинання деревини – здатність сухої деревини поглинати водяну пару. Вологопоглинання визначається як зміна маси під час витримання матеріалу у вологому середовищі певний час. Суть методу полягає в тому, що смужки термомодифікованого дубового шпону розміщували в ексікаторі (рис. 2) з насиченим розчином соди, яким просочували фільтрувальний папір для підвищення вологості середовища.



Рис. 2 – Проведення експерименту на водопоглинання

При дослідженні проводили періодичне зважування шпону у встановлений час – через 2, 3, 6, 9, 13 діб від моменту розміщення в ексікаторі.

Дослід завершували, коли різниця мас останніх зважувань не перевищувала 0,01г.

Вологопоглинання – здатність деревини поглинати воду при безпосередньому контакті з нею (рис. 2).



Рис. 3 – Дослід для визначення водопоглинання

Методикою дослідження передбачено встановлення шпону у касету, її занурення та витримку матеріалу у воді з періодичним зважуванням. Перше фіксування збільшення ваги проводили через 2 години, потім через 1, 2, 3, 6, 9 діб. Зважувати припиняли, коли різниця показів була не меншою ніж 0,05 г.

### Обговорення результатів

Визначено, що найбільше води із середовища зразки дубового шпону набрали у перші дві доби (рис. 4).

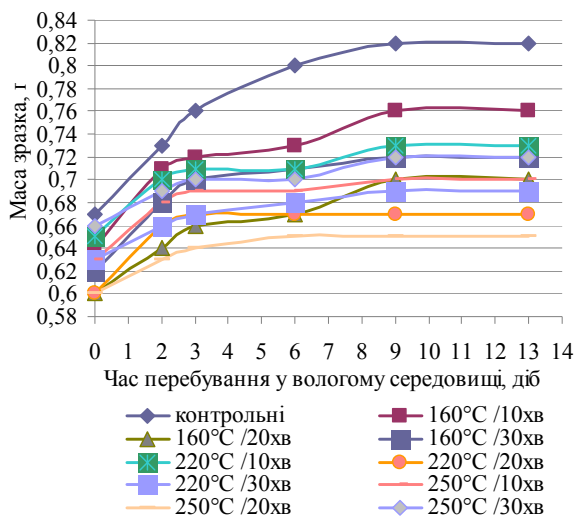


Рис. 4 – Динаміка збільшення маси зразків у вологому середовищі

У немодифікованого шпону маса збільшилася на 0,06 г, аналогічні результати показав шпон модифікований за нижчих температур. Термомодифікований шпон за температури 250 °C упродовж 20, 30 хв у перші дві доби набрав в 2 рази менше – 0,03 г. За наступні 11 діб контрольні зразки набрали ще 0,09 г, дещо менше зразки модифіковані за температури 160 °C, а модифіковані за 220 °C і вище не більше 0,03 г.

Результати досліджень вологопоглинання показали, що уже на 13-ту добу витримування у вологому середовищі маса усіх зразків не збільшувалася.

У порівнянні з немодифікованим шпоном (рис. 5), який за два тижні набрав 22,41 % води, шпон модифікований за 250 °C набрав в 2,5 рази менше води – в середньому 8,6 %.

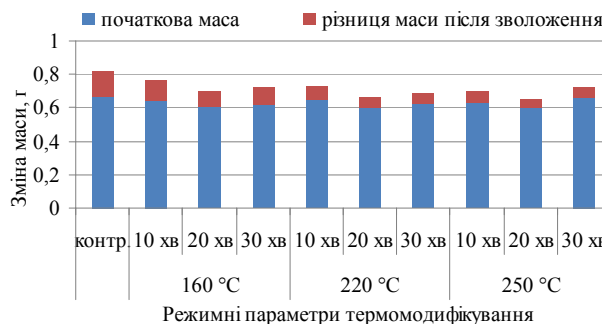


Рис. 5 – Результати вологопоглинання шпону різного ступеня модифікування

Дія високої температури також позитивно вплинула на зменшення величини водопоглинання шпону. Відповідно до результатів досліджень видно, що у перші дві години усі зразки набрали значну кількість води – табл. 1–3.

Таблиця 1 – Результати поглинання води необробленого та термомодифікованого шпону за 160 °C

| Експозиція у воді, діб | Зміна маси зразків після вимочування, г |                                |       |       |
|------------------------|---|--------------------------------|-------|-------|
|                        | Контрольні                              | Параметри режиму модифікування |       |       |
|                        |   | 160 °C                         |       |       |
|                        |   | 10 хв                          | 20 хв | 30 хв |
| 0                      | 6,21                                    | 6,41                           | 6,25  | 6,27  |
| 0,1                    | 10,32                                   | 10,55                          | 10,34 | 10,32 |
| 1                      | 11,07                                   | 11,17                          | 10,98 | 10,89 |
| 2                      | 11,93                                   | 11,86                          | 11,53 | 11,55 |
| 3                      | 12,01                                   | 11,93                          | 11,62 | 11,63 |
| 6                      | 12,13                                   | 12,38                          | 11,99 | 11,86 |
| 9                      | 12,30                                   | 12,44                          | 12,09 | 11,99 |
| Поглинута вода, %      | 98                                      | 94,33                          | 93,33 | 91,33 |

Так, немодифікований шпон і термомодифікований за температур 160 і 220 °C увібрали 50-66 % своєї початкової маси, а модифіковані за 250 °C – 20-36 %. Цікавим є характер набирання води у наступні дні під час продовження експерименту. Контрольні зразки шпону та модифікованого за нижчих температур із кожним наступним зважуванням показували менші значення. А от зразки модифіковані за температур 250 °C за

другу добу набрали практично стільки ж води як і за перші дві години, далі різниця зменшувалася.

Таблиця 2 – Результати поглинання води термомодифікованим шпоном за 190 °С

| Експозиція у воді, діб | Зміна маси зразків після вимочування, г |       |       |
|------------------------|---|-------|-------|
|                        | Тривалість модифікування, хв            |       |       |
|                        | 10                                      | 20    | 30    |
| 0                      | 6,07                                    | 6,14  | 6,14  |
| 0,1                    | 9,32                                    | 9,56  | 9,34  |
| 1                      | 10,18                                   | 10,43 | 10,28 |
| 2                      | 11,09                                   | 11,29 | 11,23 |
| 3                      | 11,19                                   | 11,22 | 11,22 |
| 6                      | 11,48                                   | 11,58 | 11,58 |
| 9                      | 11,59                                   | 11,70 | 11,66 |
| Поглинута волога, %    | 91,33                                   | 90,67 | 89,67 |

Таблиця 3 – Результати поглинання води термомодифікованим шпоном за 220 °С

| Експозиція у воді, діб | Зміна маси зразків після вимочування, г |       |       |
|------------------------|---|-------|-------|
|                        | Тривалість модифікування, хв            |       |       |
|                        | 10                                      | 20    | 30    |
| 0                      | 5,85                                    | 5,97  | 5,87  |
| 0,1                    | 7,62                                    | 8,14  | 7,61  |
| 1                      | 8,52                                    | 9,16  | 8,48  |
| 2                      | 10,17                                   | 10,7  | 10,12 |
| 3                      | 10,34                                   | 10,8  | 10,34 |
| 6                      | 10,9                                    | 11,14 | 10,81 |
| 9                      | 11,14                                   | 11,27 | 10,93 |
| Поглинута волога, %    | 90,33                                   | 89    | 86    |

Контрольні зразки шпону за весь експеримент набрали 98 % від початкової маси. Зразки, модифіковані за 160 °С – 10, 20, 30 хв, показали кращий результат – зменшення до 94 %, 93 % та 91 %. Спостерігається незначне покращення водопоглинання після впливу температури 220 °С упродовж 10, 20, 30 хв – 91 %, 91 % та 90 %. Значення на рівні 90 %, 89 % та 86 % зафіксовано у зразків шпону модифікованих за 250 °С.

### Висновки

Таким чином, у результаті експериментальних досліджень встановлено позитивний вплив термічного модифікування шпону на водопоглинання. Встановлено, що із збільшенням температури модифікування до 250 °С, водопоглинання знижується понад двічі. Виявлено, що зразки не модифікованого шпону збільшили свою вологість на 22 %. Зразки, що модифікували за 160 °С упродовж

10, 20, 30 хв, поглинули 18 %, 16 % та 15 % вологи, відповідно. Модифікування за 250 °С – 10, 20, 30 хв сприяло зменшенню показника до 11 %, 9 % та 8 %. Термооброблення шпону за 250 °С сприяє зменшенню величини водопоглинання в середньому на 10 % порівняно із небробленим.

На основі отриманих результатів досліджень стає можливим розроблення ефективних режимних параметрів термічного модифікування деревини. Це дозволить ціленаправлено вирішувати подальші задачі розроблення технологічних процесів виготовлення виробів відповідно до умов їх експлуатації на різних об'єктах.

### Список літератури

- Candelier K., Thevenon M.-F., Petrissans A., Dumarcay S., Gerardin P., Petrissans M. Control of wood thermal treatment and its effects on decay resistance: a review. *Annals of Forest Science*. 2016. 73. P. 571–58. doi: 10.1007/s13595-016-0541-x.
- Chen Y., Fan Y., Gao J., Stark N.M. The effect of heat treatment on the chemical and color change of black locust (*Robinia pseudoacacia*) wood flour. *Bioresources*. 2012. 7. P. 1157–1170.
- Tsapko Yu., Horbachova O., Tsapko A., Mazurchuk S., Zavialov D., Buiskykh N. Establishing regularities in the propagation of phase transformation front during timber thermal modification. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2021. 1/10 (109). P. 30–36. doi: 10.15587/1729-4061.2021.2253104.
- Humar M., Lesar B., Kržišnik D. Moisture Performance of Façade Elements Made of Thermally Modified Norway Spruce Wood. *Forests*. 2020. 11 (3). doi: 10.3390/f11030348.
- Goli G., Todaro L. Wood Modification in Europe: Processes, Products, Applications. *GESAAF—University of Florence: Florence*. 2018. P. 41.
- Brischke C., Lampen S. C. Resistance based moisture content measurements on native, modified and preservative treated wood. *European Journal of Wood and Wood Products*. 2014. 72 (2). P. 289-292. doi: 10.1007/s00107-013-0775-3.
- Humar M., Repič R., Kržišnik D., Lesar B. Quality Control of Thermally Modified Timber Using Dynamic Vapor Sorption (DVS) Analysis. *Forests*. 2020. 11 (6). P. 666. doi: 10.3390/f11060666.
- Ugovšek B., Šubic G., Starman J., Rep G., Humar M., Lesar B., Thaler N., Brischke C., Meyer-Veltrup L., Jones D., Häggström U., Lozano J.I. Short-term performance of wooden windows and facade elements made of thermally modified and non-modified Norway spruce in different natural environments. *Wood Material Science and Engineering*. 2019. 14. P. 42-47. doi: 10.1080/17480272.2018.1494627.
- Bonifazi G., Serranti S., Capobianco G., Agresti G., Calienno L., Picchio R., Lo Monaco A., Santamaria U., Pelosi C. Hyperspectral imaging as a technique for investigating the effect of consolidating materials on wood. *Journal of Electronic Imaging*. 2017. 26 (1). 011003.
- Slunská S., Reinprecht L. Colour stability of pine, beech and spruce wood treated with brown superwax coating at accelerated weathering in xenotest. *Acta facultatis*

- xylogologiae Zvolen*. 2015. 57(2). P. 61–69. doi: 10.17423/afx.2015.57.2.06.
11. Pelosi G., Agresti L., Lanteri R., Picchio E., Gennari E., Lo Monaco A. Artificial Weathering Effect on Surface of Heat-Treated Wood of Ayous (*Triplochitonscleroxylon* K. Shum). *Conference: The 1st International Electronic Conference on Forests (IECF)*. 2020.
  12. Ugovšek B., Šubic G., Humar M., Lesar B., Thaler N., Brischke C., Jones D., Lozano J. I. Performance of Windows and façade elements made of thermally modified Norway spruce (*Picea abies*) in different climatic condition. *In Proceedings of the WCTE 2016-World Conference on Timber Engineering*. 2016. doi: 10.1007/s11998-016-9871-8.
  13. Aytin S., Korkut P. Effect of thermal treatment on the swelling and surface roughness of common alder and wych elm wood. *Journal of Forestry Research*. 2016. 27(1). P. 225–229. doi: 10.1007/s11676-015-0136-7.
  14. Jones D., Sandberg D., Goli G., Todaro L. Wood Modification in Europe: a state of the art about processes, products and applications. *International, metadata CCO 1.0 Universal*, published by Firenze University Press. 2019.
  6. Brischke C., Lampen S. C. Resistance based moisture content measurements on native, modified and preservative treated wood. *European Journal of Wood and Wood Products*, 2014, 72 (2), pp. 289-292, doi: 10.1007/s00107-013-0775-3.
  7. Humar M., Repič R., Kržišnik D., Lesar B. Quality Control of Thermally Modified Timber Using Dynamic Vapor Sorption (DVS) Analysis. *Forests*, 2020, 11 (6), p. 666, doi: 10.3390/f11060666.
  8. Ugovšek B., Šubic G., Starman J., Rep G., Humar M., Lesar B., Thaler N., Brischke C., Meyer-Veltrup L., Jones D., Häggström U., Lozano J.I. Short-term performance of wooden windows and facade elements made of thermally modified and non-modified Norway spruce in different natural environments. *Wood Material Science and Engineering*, 2019, 14, pp. 42-47, doi: 10.1080/17480272.2018.1494627.
  9. Bonifazi G., Serranti S., Capobianco G., Agresti G., Calienno L., Picchio R., Lo Monaco A., Santamaria U., Pelosi C. Hyperspectral imaging as a technique for investigating the effect of consolidating materials on wood. *Journal of Electronic Imaging*, 2017, 26 (1), 011003.
  10. Slunská S., Reinprecht L. Colour stability of pine, beech and spruce wood treated with brown superwax coating at accelerated weathering in xenotest. *Acta facultatis xylogologiae Zvolen*, 2015, 57(2), pp. 61–69, doi: 10.17423/afx.2015.57.2.06.

#### References (transliterated)

1. Candelier K., Thevenon M.-F., Petrissans A., Dumarcay S., Gerardin P., Petrissans M. Control of wood thermal treatment and its effects on decay resistance: a review. *Annals of Forest Science*, 2016, 73, pp. 571–58, doi:10.1007/s13595-016-0541-x.
2. Chen Y., Fan Y., Gao J., Stark N.M. The effect of heat treatment on the chemical and color change of black locust (*Robinia pseudoacacia*) wood flour. *Bioresources*, 2012, 7, pp. 1157–1170.
3. Tsapko Yu., Horbachova O., Tsapko A., Mazurchuk S., Zavialov D., Buiskykh N. Establishing regularities in the propagation of phase transformation front during timber thermal modification. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2021, 1/10 (109), pp. 30–36, doi: 10.15587/1729-4061.2021.2253104.
4. Humar M., Lesar B., Kržišnik D. Moisture Performance of Façade Elements Made of Thermally Modified Norway Spruce Wood. *Forests*, 2020, 11 (3), doi: 10.3390/f11030348.
5. Goli G., Todaro L. Wood Modification in Europe: Processes, Products, Applications. *GESAAF—University of Florence: Florence*, 2018, p. 41.
11. Pelosi G., Agresti L., Lanteri R., Picchio E., Gennari E., Lo Monaco A. Artificial Weathering Effect on Surface of Heat-Treated Wood of Ayous (*Triplochitonscleroxylon* K. Shum). *Conference: The 1st International Electronic Conference on Forests (IECF)*, 2020.
12. Ugovšek B., Šubic G., Humar M., Lesar B., Thaler N., Brischke C., Jones D., Lozano J. I. Performance of Windows and façade elements made of thermally modified Norway spruce (*Picea abies*) in different climatic condition. *In Proceedings of the WCTE 2016-World Conference on Timber Engineering*, 2016. doi: 10.1007/s11998-016-9871-8.
13. Aytin S., Korkut P. Effect of thermal treatment on the swelling and surface roughness of common alder and wych elm wood. *Journal of Forestry Research*, 2016, 27(1), pp. 225–229, doi: 10.1007/s11676-015-0136-7.
14. Jones D., Sandberg D., Goli G., Todaro L. Wood Modification in Europe: a state of the art about processes, products and applications. *International, metadata CCO 1.0 Universal*, published by Firenze University Press, 2019.

#### Відомості про автора (About autor)

**Горбачова Олександра Юрїївна** – кандидат технічних наук, Національний університет біоресурсів і природокористування України, доцент кафедри технологій та дизайну виробів з деревини; м. Київ, Україна; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7533-5628>; e-mail: [gorbachova.sasha@ukr.net](mailto:gorbachova.sasha@ukr.net).

**Oleksandra Horbachova** – PhD in Technical Sciences, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Associate Professor of Department of Technology and Design of Wood Products, Kyiv, Ukraine; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7533-5628>; e-mail: [gorbachova.sasha@ukr.net](mailto:gorbachova.sasha@ukr.net).

*Будь ласка, посилайтесь на цю статтю наступним чином:*

Горбачова О. Ю. Обґрунтування можливості використання термомодифікованого шпону у середовищі з підвищеною вологістю. *Вісник Національного технічного університету «ХПИ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях.* – Харків: НТУ «ХПИ». 2021. № 1 (7). С. 65-71. doi:10.20998/2413-4295.2021.01.10.

*Please cite this article as:*

Horbachova O. Justification of the possibility of using thermomodified veneer in an environment with high moisture. *Bulletin of the National Technical University «KhPI». Series: New solutions in modern technology.* – Kharkiv: «NTU» KhPI, 2021, no. 1 (7), pp. 65-71, doi:10.20998/2413-4295.2021.01.10.

*Пожалуйста, ссылайтесь на эту статью следующим образом:*

Горбачева А. Ю. Обоснование возможности использования термомодифицированного шпона в среде с повышенной влажностью. *Вестник Национального технического университета «ХПИ». Серия: Новые решения в современных технологиях.* – Харьков: НТУ «ХПИ». 2021. № 1 (7). С. 65-71. doi:10.20998/2413-4295.2021.01.10.

**АННОТАЦИЯ** Термически модифицированная древесина широко применяется в деревообрабатывающей промышленности, так как обладает повышенной устойчивостью к факторам внешней среды (влажность, температура). Влияние высокой температуры на древесину приводит к уменьшению адсорбции воды за счет уменьшения свободных гидроксильных групп углеводов. Уменьшение гигроскопичности способствует стабильности размеров обработанного материала, поскольку набухание и усыхание в основном связаны с явлениями поглощения и десорбции воды. Исследование природного выветривания всегда занимает много лет. Поэтому для исследования устойчивости Термомодифицированная древесины к воздействию среды применяют искусственное выветривания - моделирование внешних факторов (циклическая смена УФ-света и влаги). Установлена эффективность использования термомодифицированного шпона в качестве облицовочного слоя фасадов мебельных изделий, эксплуатируемых при различных температурно-влажностных условиях среды. Определены величины влаго- и водопоглощения на образцах дубового шпона, которые предварительно прошли процесс термообработки. Выявлено, что большее количество влаги из среды образцы дубового шпона набрали в первые двое суток. Масса немодифицированного шпона увеличилась на 0,06 г, аналогичные результаты показал шпон модифицированный при температурах 160 и 190 °С. Термомодифицированный шпон при температуре 250 °С в первые двое суток набрал в два раза меньше. К концу эксперимента (следующие 11 суток) образцы шпона обычного и модифицированного при всех температурах вобрали столько же влаги. Немодифицированный и термомодифицированный при температурах 160 и 220 °С шпон поглотили 50-66 % своей первоначальной массы, а модифицированные при 250 °С – 20-36 %. Контрольные образцы шпона при определении водопоглощения набрали 98 % от начальной массы. Образцы модифицированные 160 °С – 10, 20, 30 мин показали лучший результат – уменьшение показателя до 94 %, 93 % и 91 %. Наблюдается незначительное улучшение водопоглощения после воздействия температуры 220 °С в течение 10, 20, 30 мин – 91 %, 91 % и 90 %. Значения на уровне 90 %, 89 % и 86 % зафиксировано у образцов шпона модифицированного при температуре 250 °С.

**Ключевые слова:** древесина; шпон; термическое модифицирование; температурно-влажностные параметры; влагопоглощение; водопоглощение; стабильность размеров

*Надійшла(received) 01.03.2021*