

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РЕЖИМНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕРЕВИНИ ЯСЕНА НА ФОРМОСТІЙКІСТЬ КОМБІНОВАНИХ МЕБЛЕВИХ ЩИТІВ

Встановлено, що процес термічного модифікування деревини є екологічно чистим способом захисту деревини. Також термічне модифікування деревини дає можливість істотно покращити зовнішній вигляд деревини малоцінних порід завдяки зміні їх кольору. Наведено методику та результати експериментальних досліджень формостійкості комбінованих меблевих щитів. Визначено вплив режимних параметрів процесу термічної обробки деревини на формостійкість одержаних щитів. Отримано математичну та графічну залежності формостійкості комбінованих меблевих щитів від режимних параметрів процесу термічної обробки деревини ясена. Обґрунтовано, що на площинність меблевих щитів великий вплив має технологічна точність обладнання, яке застосовують при кінцевому калібруванні готових щитів. Досліджено, що на площинність комбінованого меблевого щита більший вплив має температура процесу термічного модифікування ніж його тривалість. Встановлено, що результати експериментальних досліджень площинності комбінованих меблевих щитів, майже всі вони не відповідають вимогам стандарту. Лише комбіновані меблеві щити, які були виготовлені із поєднання ділянок термо-деревини ясена, що були одержані при температурі модифікування 190 °С та тривалостях оброблення 4 і 10 год., з ділянками необробленої деревини відповідають вимогам стандарту. Відхилення від площинності даних експериментальних щитів відповідно становлять 0,29 та 0,34 мм. Зроблено обґрунтування, що незадовільні результати можна пояснити тим, що окремі ділянки, з яких складається комбінований щит, по різному реагують із вологою навколишнього середовища. З'ясовано, що в комбінованих меблевих щитах, ділянки яких оброблені температурою $t = 220$ °С, мають здатність краще зберігати свої геометричні розміри та форму, ніж при обробці при $t = 160$ °С або без обробки. Рекомендовано одержані результати використовувати під час підготовки студентів та у виробничих умовах для одержання якісної продукції, що відповідає вимогам стандартів.

Ключові слова: щит меблевий, термодерешина, термічна обробка, вакуумно-кондуктивна технологія.

Вступ. Все більша кількість споживачів, обираючи матеріали для оздоблення, віддають перевагу виробам з натуральної деревини на противагу продуктам зі штучних і синтетичних матеріалів. Це неважко пояснити, враховуючи переваги деревини в естетичному відношенні, а також те, що цей матеріал є екологічно чи-

¹Ільків Михайло Миколайович, асистент, кафедра технологій меблів та виробів з деревини. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103. м. Львів, 79057, Україна. Тел.: 032-238-45-04, +38-097-855-25-03. Email: mykhailo.ilkiv@nltu.edu.ua

²Солонинка Василь Романович, старший викладач, кафедра технологій меблів та виробів з деревини. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103. м. Львів, 79057, Україна. Тел.: 032-238-45-04, +38-097-798-46-78. Email: vasyl.solonynka@nltu.edu.ua

³Грицак Степан Андрійович, канд. техн. наук, доцент кафедри технології меблів і виробів з деревини. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103. м. Львів, 79057, Україна. Тел.: 032-238-45-04, +38-097-904-20-70. Email: stepan.hrytsak@nltu.edu.ua

⁴Білий Ярослав Миколайович, старший викладач, кафедра технологій меблів та виробів з деревини. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103. м. Львів, 79057, Україна. Тел.: 032-238-45-04, +38-067-989-70-77. Email: jaroslav.biluy@nltu.edu.ua

стим. Питаннями формостійкості меблевих щитів займалось багато вчених та існує ціла гама праць [1-27]. А питання термообробки деревини є актуальним та вимагає додаткових досліджень, зокрема при виготовлення меблевих щитів.

Щоб збільшити стійкість деревини до атмосферних впливів і продовжити термін експлуатації виробів з неї, застосовуються різні хімічні реагенти. Однак після такого оброблення, постає питання екологічності отриманих матеріалів, а також безпечності експлуатації виробів виготовлених з них. З недавніх пір з'явилася хороша альтернатива хімічним методам захисту деревини. Даний метод полягає у термообробленні деревини – це процес нагрівання матеріалу до 140-270 °C по всьому перерізі, при якому відбувається модифікування внутрішньої структури деревини на молекулярному рівні. Отриманий в результаті оброблення матеріал називають термодеревиною. Можливість вибору необхідного кольору термодеревини і її невибагливість в експлуатації, дозволяють задовольнити вимоги найвибагливіших споживачів.

Для покращення декоративних властивостей меблевих виробів, можуть використовуватись конструкційні матеріали, які поєднують у своєму складі ділянки з термомодифікованої та термічно необробленої деревини. Головною особливістю комбінованих меблевих щитів, як кінцевого продукту, є поєднання ділянок термічно модифікованої деревини із ділянками необробленої деревини. Таке поєднання, на наш погляд, забезпечує покращені декоративні властивості меблевих щитів, для втілення найсміливіших дизайнерських задумів.

Мета досліджень – визначення впливу режимних параметрів процесу термічної обробки деревини ясена за вакуумно-кондуктивною технологією на формостійкість комбінованих меблевих щитів.

Методика досліджень: Для виготовлення зразків комбінованих меблевих щитів, було обрано деревину ясена. Деревина ясена відноситься до ядрових кільцесудинних порід та має радіальне розташування дрібних судин у вигляді окремих світлих крапок, які утворюють при розрізі деревини своєрідний текстурний малюнок. Процес термічного модифікування деревини проводили за технологією вакуумно-кондуктивного термічного оброблення деревини (ВКТОД). Для проведення процесу термічного оброблення деревини за вакуумно-кондуктивною технологією необхідно створити такі умови середовища, які б унеможливили процес її горіння. Для забезпечення цього, процес термічної обробки здійснюють у вакуумі (залишковий тиск становить 10 кПа). Оскільки в таких умовах важко забезпечити передачу тепла конвективним способом, то використовують електричні нагрівальні плити, які передають тепло до деревини кондуктивним способом.

Для здійснення контролю за процесом термічного модифікування деревини, вимірювали температуру нагрівальних плит. Схема експериментальної установки показана на рис. 1 [29]. Для проведення термічного оброблення використовували заготовки деревини ясена наступних розмірів: $L = 450$ мм, $b = 100$ мм та $s = 30$ мм. Попередньо заготовки були висушені до вологості 10 %. Заготовки укладали між нагрівальними плитами без шпаций, встановлювали термометр опору для контролю та вимірювання температури на поверхні заготовок. Після цього установку герметично закривали та проводили процес термічного модифікування за заданою програмою. Режимними параметрами процесу термічного модифікування деревини, контроль значень яких виконувався, є температура та тривалість оброблення.

Температуру оброблення фіксували на трьох рівнях (160, 190 та 220 °С). Тривалість оброблення також фіксували на трьох рівнях (4, 10 та 16 год) [29].

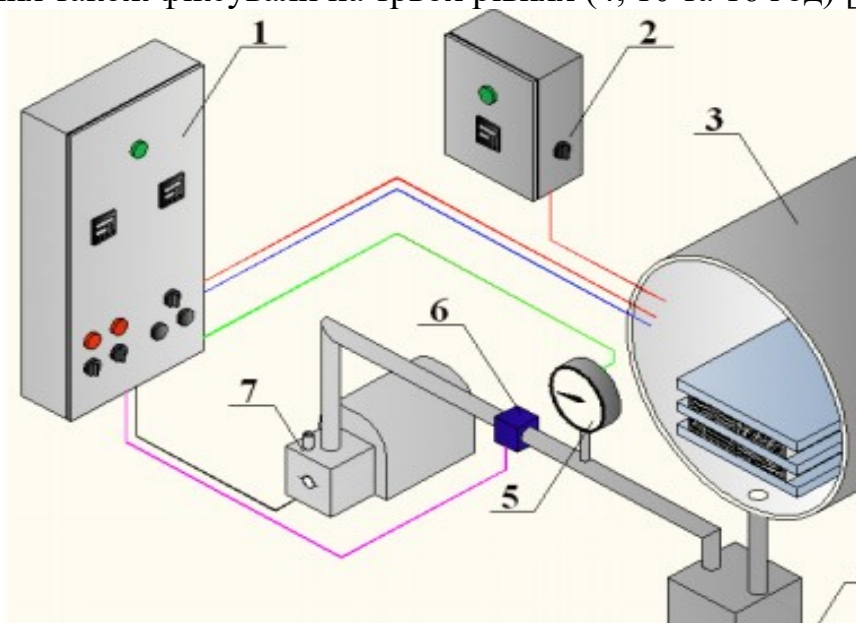


Рис. 1. Схема експериментальної установки для вакуумно-кондуктивного термічного оброблення деревини [29]: 1 – система автоматичного керування процесом термічного оброблення; 2 – багатоканальний регулятор температури РТ-0102-8; 3 – камера оброблення; 4 – сміст для конденсату; 5 – електроконтактний вакууметр ЕКВ-1У; 6 – засувка з електроприводом; 7 – вакуумна помпа

Експериментальні взірці комбінованих меблевих щитів виготовляли із ділянок термообробленої деревини ясена із поперечним перерізом 40×18 мм та ділянок із необробленої деревини ясена (висушеної до кінцевої вологості 10 %) із поперечним перерізом 20×18 мм. Такі розмірні характеристики ділянок деревини були вибрані з огляду на властивість термодеревини до стабільності геометричної форми та розмірів [31].

Для формування клейових з'єднань між окремими ділянками деревини, використовували однокомпонентний поліуретановий клей PUR 501.0 (Kleiberit). Клейові композиції на основі ПВАД не рекомендується застосовувати для склеювання термічно модифікованої деревини через її незначну здатність до поглинання води [31] і як результат недостатню міцність такого з'єднання [30]. Витрата клею PUR 501.0 при ручному нанесенні становила 190 г/м², густина клею рівна 1,13 г/см³, а в'язкість клею за Брукфільдом становила 8,000 мПа·с.

Технологічний процес виготовлення експериментальних взірців комбінованих меблевих щитів (350×210 мм) був реалізований таким чином: поздовжній розкрій заготовок (ширина заготовок термічно модифікованої деревини ясена – $b_1 = 45$ мм; ширина заготовок необробленої деревини ясена – $b_2 = 25$ мм; довжина заготовок $L = 450$ мм); формування базових поверхонь; формування розмірів поперечного перетину (заготовки термічно модифікованої деревини 40×24 мм, заготовки не обробленої деревини 20×24 мм); склеювання заготовок на гладку фугу.

Структурні елементи перед склеюванням сортували, підбирали за поперечним перерізом та текстурою. Тривалість відкритої технологічної витримки заготовок з нанесеним клеєм становила 5 хв. Тривалість склеювання – 4 год; видалення залишків клейового матеріалу; формування базової поверхні меблевих щитів; формування розміру меблевих щитів за товщиною ($h = 18$ мм); форматне оброблення

взірців по периметру ($b = 210$, $l = 350$ мм). В результаті було отримано 9 експериментальних взірців комбінованих меблевих щитів (рис. 2).

Вимірювання стріли прогину (відхилення від площинності), як однієї з основних характеристик формостійкості, здійснювали безпосередньо після виготовлення та після витримки експериментальних зразків у кімнатних умовах (температура повітря – 22 ± 2 °С, відносна вологість повітря – 60 %). Вимірювання проводили за допомогою автоматизованої експериментальної установки. На штативі автоматизованої експериментальної установки за допомогою гвинтового кріплення встановлювали механічний індикатор годинникового типу ИЧ-10-0,01, що відповідає вимогам ТУ У 33.2-30291682-006:2010.

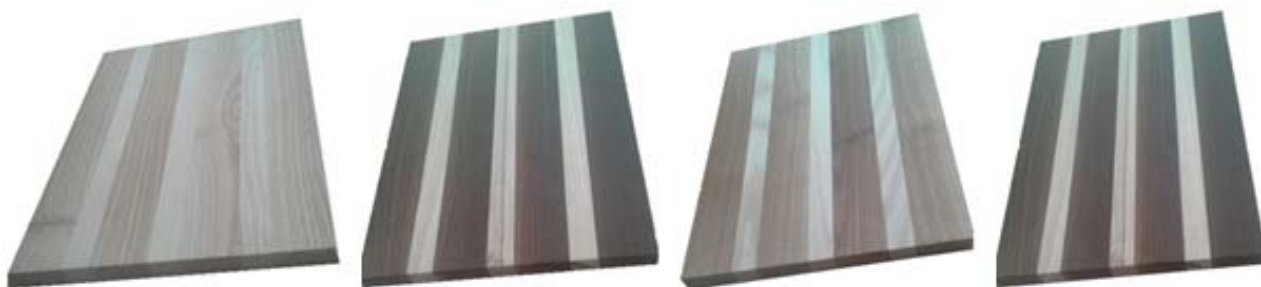


Рис. 2. Експериментальні взірці комбінованих меблевих щитів

Для оцінки площинності проводили вимірювання величини відхилення від номінальної товщини експериментальних взірців (18 мм). Заміри на експериментальних взірцях проводили вздовж їх більшої сторони. У даному напрямку вимірювання проводили по 7-ми умовних лініях розташованих на поверхні клеєного комбінованого щита з кроком 35 мм (рис. 3). Внаслідок вимірювань на кожній лінії фіксували 7 точок (з кроком 50 мм). Таким чином за результатами одного вимірювання отримували вибірку сукупність обсягом 49 значень. Значенням величини стріли прогину вважали різницю між максимальним та мінімальним значеннями відхилення від номінального розміру в даній вибірковій сукупності.

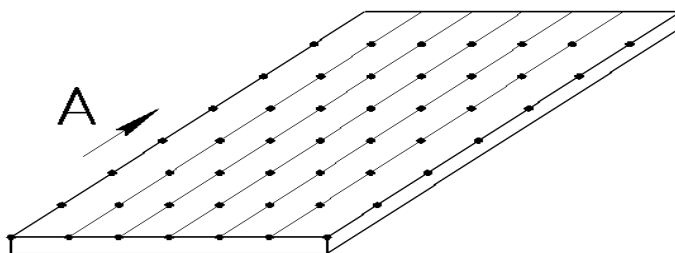


Рис. 3. Схема траєкторії руху індикатора годинникового типу по площині експериментального взірця комбінованого меблевого щита

Перше дослідження площинності комбінованих меблевих щитів проводили після двох тижнів їх витримки всередині приміщень за нормальних умов. Наступні дослідження проводили із періодичністю в 1 тиждень. Дослідження площинності проводили до того часу, поки різниця між суміжними значеннями відхилень від номінального розміру не ставала меншою за 5 %. Остаточні показники відхилення значень товщини по площині комбінованих щитів від номінального значення в 18 мм, враховують відхилення, що пов'язані із технологічною точністю обладнання та відхилення, що пов'язані безпосередньо із деформацією щитів.

Різниця між значеннями відхилення товщини комбінованого щита від номінального значення на початковому етапі досліджень площинності та значеннями

отриманими на останньому етапі, дозволяє оцінити значення деформації меблевих щитів. Площинність експериментальних взірців характеризується різницею між найменшим та найбільшим значенням відхилення від номінальної товщини щитів.

Результати розрахунку відхилення від площинності поверхні комбінованого меблевого щита виготовленого із поєднанням термодеревини ясена ($t = 190\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\tau = 10\text{ год.}$) зведені у таблицю 1 та зображені на рис. 4.

Таблиця 1. Результати розрахунку відхилення від площинності поверхні комбінованого меблевого щита виготовленого із поєднанням термодеревини ($t = 190\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\tau = 10\text{ год.}$) та необробленої деревини ясена

Довжина щита, мм	Ширина щита, мм						
	0	35	70	105	140	175	210
0	-0,010	0,080	0,140	0,140	0,150	0,060	0,010
50	-0,050	-0,010	0,130	0,110	0,150	0,050	-0,020
100	-0,070	-0,140	0,130	0,120	0,140	0,060	-0,010
150	-0,070	-0,010	0,120	0,100	0,130	0,070	-0,010
200	-0,060	0,040	0,130	0,140	0,160	0,070	-0,010
250	-0,050	0,050	0,150	0,150	0,180	0,130	0,000
300	-0,020	0,050	0,110	0,170	0,200	0,090	-0,010

В результаті оброблення отриманих даних в середовищі Microsoft Excel, була побудована регресійна залежність формостійкості комбінованих меблевих щитів від режимних параметрів процесу термічної обробки:

$$h = 21,897 - 0,218t - 0,166\tau + 0,00055t^2 + 0,00338\tau^2 + 0,00055t\tau$$

де: t – значення температури процесу оброблення в натуральному вигляді t , $^{\circ}\text{C}$; τ – значення тривалості процесу обробки в натуральному вигляді τ , год.

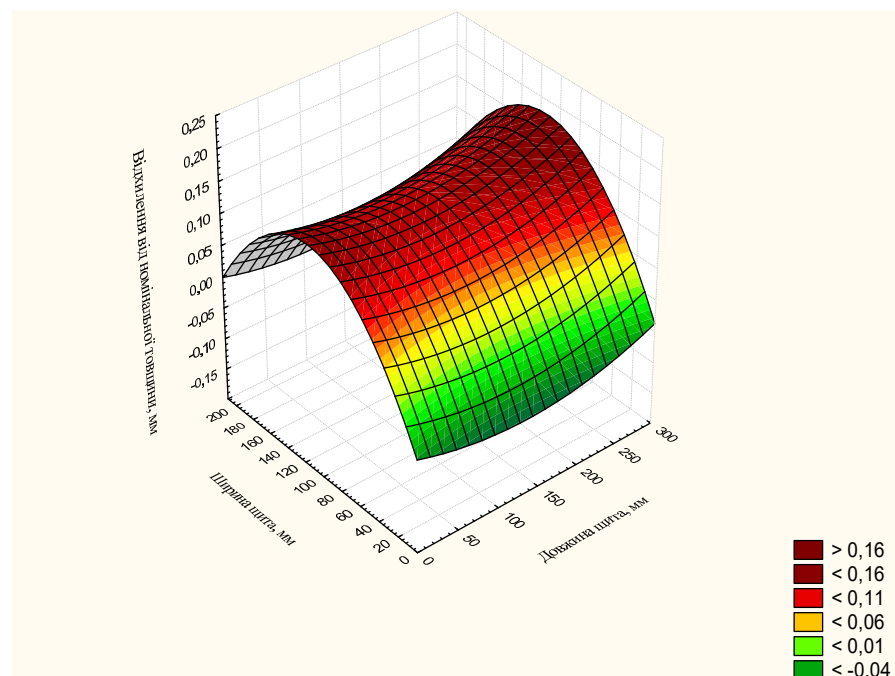


Рис. 4. Відхилення від площинності поверхні комбінованого меблевого щита виготовленого із поєднанням із поєднанням термодеревини ($t = 190\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\tau = 10\text{ год.}$) та необробленої деревини ясена. Відхилення становить – 0,34 мм

Графічна інтерпретація регресійної залежності величини відхилення поверхні взірців комбінованих меблевих щитів від площинності представлена на рис. 5.

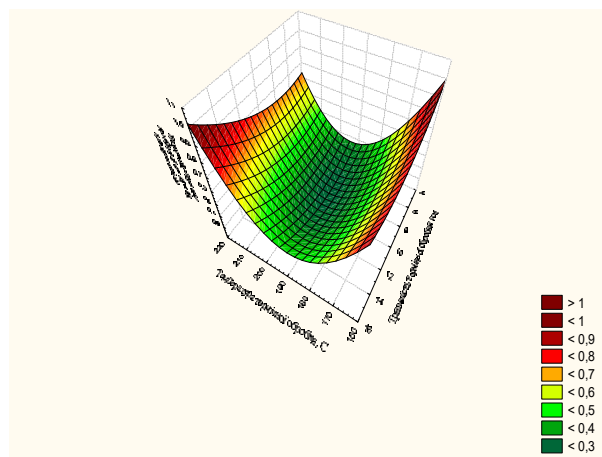


Рис. 5. Теоретичний графік залежності величини відхилення поверхні взірців комбінованих меблевих щитів від площинності від режимних параметрів процесу термічного оброблення

Провівши оптимізацію регресійної залежності формостійкості комбінованих меблевих щитів за значенням величини відхилення площинності від режимних параметрів процесу термічного модифікування,

можемо стверджувати, що величина відхилення від площинності буде мінімальною (0,28 мм) при значеннях режимних параметрів: $t = 192\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\tau = 8\text{ год }45\text{ хв}$.

Висновки: Встановлено, що процес термічного модифікування деревини є екологічно чистим способом захисту деревини. Також термічне модифікування деревини дає можливість істотно покращити зовнішній вигляд деревини малоцінних порід завдяки зміні їх кольору. Обґрунтовано, що на площинність меблевих щитів великий вплив має технологічна точність обладнання, яке застосовують при кінцевому калібруванні готових щитів. Досліджено, що на площинність комбінованого меблевого щита більший вплив має температура процесу термічного модифікування ніж його тривалість. Встановлено, що результати експериментальних досліджень площинності комбінованих меблевих щитів, майже всі вони не відповідають вимогам стандарту. Лише комбіновані меблеві щити, які були виготовлені із поєднання ділянок термодеревини ясена, що були одержані при температурі модифікування $190\text{ }^{\circ}\text{C}$ та тривалостях оброблення 4 і 10 годин, з ділянками необробленої деревини відповідають вимогам стандарту. Відхилення від площинності даних експериментальних щитів відповідно становлять 0,29 та 0,34 мм. Зроблено обґрунтування, що незадовільні результати можна пояснити тим, що окремі ділянки, з яких складається комбінований щит, по різному реагують із вологою навколишнього середовища. Ділянки термодеревини, що обробляли при температурі $160\text{ }^{\circ}\text{C}$, будуть активно поглинати вологу із довкілля, оскільки їхня молекулярна структура практично не зазнала деструктивних змін у процесі термічного модифікування. Ці ділянки суттєво змінюють свої геометричні розміри та форму, що і призводить до значного відхилення поверхні щита від площинності. Що стосується комбінованих меблевих щитів, виготовлених із поєднанням ділянок термодеревини обробленої при температурі $t = 220\text{ }^{\circ}\text{C}$, то значне відхилення поверхні щитів від площинності можна пояснити тим, що ділянки такої термодеревини мають здатність зберігати свої геометричні розміри та форму. У той же час такою здатністю не володіють ділянки необробленої деревини. Рекомендовано одержані результати використовувати під час підготовки студентів та у виробничих умовах для одержання якісної продукції, що відповідає вимогам стандартів.

Література

1. Gayda S.V. (2013). Розроблення технології виробництва паливних гранул на основі енергетичного потенціалу вживаної деревини [Development of technology for the production of fuel pellets based on the energy potential of used wood]. Scientific Bulletin of UNFU 23.14:83-93. (in Ukrainian).
2. Gayda S.V. (2007). Проблема деревної сировини у Європі та Україні / *Problema derevnoyi syrovyny u Yevropi ta Ukraini* [A problem of arboreal raw material is in Europe and Ukraine]. Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry 33:55-63 (in Ukrainian).
3. Gayda S.V. (2011). Recycled of post-consumer wood is for the production of particleboard in Ukraine / Proceedings of the XXI International symposium Adhesives in Woodworking Industry (Slovakia, Zvolen Juve 29 – July 01. 2011). TU Zvolen. – P. 108-121.
4. Gayda S.V. (2007). Матеріали для виготовлення виробів з деревини / Навч. посібн. – Львів: ВМС. – 160 с. (in Ukrainian).
5. Gayda S.V. (2013). Techniques for utilization of post-consumer wood in the production of fuel pellets and briquettes. Proceedings of the XXI International symposium Adhesives in Woodworking Industry (Slovakia, Zvolen Juve 23-26. 2013). TU Zvolen, 119-130.

6. **Gayda S.V.** (2015). Investigation of physical and mechanical properties of post-consumer wood. Actual problems of forest complex 43:175-179, (in Russian).
7. **Gayda S.V.** (2015). *Tekhnologii i fiziko-mekhanichni vlastivosti stolyarnikh plit iz vzhivanoї derevini* [Technology and physical and mechanical properties blockboard made of post-consumer wood]. *Technical service of agriculture, forestry and transport systems* 3(1).145-152, (in Ukrainian).
8. **Gayda S.V.** (2016). A investigation of form of stability of variously designed blockboards made of post-consumer wood. *ProLigno* 12(1).22-31.
9. **Gayda S.V.** (2016). *Formoustoychivost' stolyarnykh plit iz vtorichno ispol'zuemoy drevesin* [A form of stability of blockboards made of post-consumer wood]. *Actual problems of forest complex* 46:148-153, (in Russian).
10. **Gayda S.V.** (2016). Research on physical and mechanical characteristics of front blockboards made from post-consumer wood [Дослідження фізико-механічних характеристик фасадних столярних плит із вживаної деревини]. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry* 42: 33-50. doi: <https://doi.org/10.36930/42164206>
11. **Gayda S.V.** (2017). *Tekhnolohyya y svoystva mebelnoho shchyta yz vtorychno yspolzue moy drevesyny* [A technology and properties of furniture board (fb) made of post-consumer wood]. Actual problems of forest complex 48:34-38 (in Russian).
12. **Gayda S.V.** (2017). Використання нечітких експертних систем для підтримки прийняття рішень в процесі сортування вживаної деревини / *Vykorystannya nechitkykh ekspertnykh system dlya pidtrymky pryynyattya rishen' v protsesi sortuvannya vzhivanoyi derevyny* [Using fuzzy expert systems for decision support in the process of post-consumer wood sorting]. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry* 43:5-20 (in Ukrainian). doi: <https://doi.org/10.36930/42174301>
13. **Gayda S.V.** (2017). Комплексні дослідження зміни пружних властивостей вживаної деревини ялиці з віком / *Kompleksni doslidzhennya zminy pruzhnykh vlastyvostey vzhivanoyi derevyny yalytsi z vikom* [The complex studies on the change of elastic properties of post-consumer fir wood with age]. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry* 43:58-72 (in Ukrainian). doi: <https://doi.org/10.36930/42174308>
14. **Gayda S.V.** (2018). A investigation and analysis of characteristics of solid furniture boards made of post-consumer wood. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 44, 15-25. <https://doi.org/10.36930/42184402> (in Ukrainian).
15. **Gayda S.V.** (2018). Strength of combined blockboard made of post-consumer wood (PCW). *Bulletin of KhNTUA* 197:3-9, (in Ukrainian).
16. **Gayda S.V.** (2018). Дослідження та аналіз характеристик щитових конструкцій із вживаної деревини / *Doslidzhennya ta analiz kharakterystyk shchytovykh konstruktсий iz vzhivanoyi derevyny* [A investigation and analysis of characteristics of solid furniture boards made of post-consumer wood]. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry* 44:14-24 (in Ukrainian). doi: <https://doi.org/10.36930/42184402>
17. **Gayda S.V.** (2018). Технологія МДФ-фасадів / *Tekhnolohiyi MDF-Fasadiv* [MDF Facade Technologies]. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry* 44:70-83 (in Ukrainian). doi: <https://doi.org/10.36930/42184410>
18. **Gayda S.V.** (2019). *Naukovo-tekhnichni osnovy vykorystannya vzhivanoyi derevyny v derevoobrobtsi* [Scientific and technical basis of post-consumer wood use in woodworking]: dissertation of the Doctor of Technical Sciences, specialty 05.23.06 – woodworking technology, furniture making and wood products manufacturing. – Lviv: Ukrainian National Forestry University. – 465 p., (in Ukrainian).
19. **Gayda S.V.** (2019). Scientific and technical basis of the use of used wood in woodworking: thesis of the Doctor of Technical Sciences in the specialty 05.23. – Lviv: UNFU. – 465 (in Ukrainian).
20. **Gayda S.V., Kiyko O.A.** (2018). *Formostiyst yak kryteriy yakosti stolyarnykh plyt iz vzhivanoyi derevyny* [Shape stability as a quality criterion for PCW-made blockboards]. *Scientific Works of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine* 17:185-192 (in Ukrainian).
21. **Gayda S.V., Bilyy Ya.M.** (2016). The investigation of the shape stability of glued panels made of post-consumer wood. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 42, 69-79. <https://doi.org/10.36930/42164211> (in Ukrainian).
22. **Gayda S.V., Dyak T.P.** (2011). The analysis of economic efficiency of post-consumer wood use for particleboard manufacture for LLC Swisspan Limited // *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry* 37.2:129-136. doi: <https://doi.org/10.36930/421137221>
23. **Gayda S.V., Maksimiv V.M., Kiyko O.A., Ferenc O.B.** (2013). Залишки деревини та деревина після споживання. Класифікація. Терміни та визначення [Wood residues and post-consumer wood. Classification. Terms and definitions] / Agreement No. 08.24-11-1: draft international standard ISO. – Lviv: NLTU of Ukraine – 53 p. (in Ukrainian).
24. **Gayda S.V., Kiyko O.A.** (2013). Технология очистки вторично используемой древесины иглофрезерными станками [The technology of cleaning recycled wood with needle milling machines] // Actual prob-

lems and prospects of the development of LPK: materials II NTK., September 9-11, 2013 – Kostroma. – P. 36-39. (in Russian).

25. **Gayda S.V.** (2013). The technological solutions for recycling of post-consumer wood. Proceedings of I International Interdisciplinary Scientific Conference Formation of stable outlook as the basis of sustainable development (Ukraine, Lviv, 14-16 March 2013) UNFU: Lviv, 5-11.

26. **Gayda S.V., Kiyko O.A.** (2018). Shape stability as a quality criterion for PCW-made blockboards. Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, 17, 185-192. <https://doi.org/10.15421/411834> (in Ukrainian)

27. **Gayda S.V., Ya.M. Bilyy** (2016). Дослідження формостійкості клеєних щитів із вживаної деревини / *Doslidzhennya formostiystosti kleyenykh shchytiv iz vzhyyanoyi derevyny* [The investigation of the shape stability of glued panels made of post-consumer wood]. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry* 42: 69-79 (in Ukrainian). doi: <https://doi.org/10.36930/42164211>

28. **GOST 6449.3:1982.** *Izdeliya iz drevesiny i drevesnykh materialov. Dopuski formy i raspolozheniya poverkhnostey* [Products of wood and wooden materials. Tolerances of form and arrangement of surfaces]. Moscow: Publishing house of standards, (in Russian).

29. **Huber Yu.M., Humenyuk Zh.Ya., Ilkiv M.M.** (2010). *Eksperymentalni doslidzhennya zminy fizyko-mekhanichnykh vlastyvostey derevyny v protsesi vakuumno-konduktivnoho termichnoho obroblyennya* [Experimental investigation of physicals and mechanicals properties change the wood of the vacuumcontact thermal process]. Scientific Bulletin of UNFU 22(2). 92-99 (in Ukrainian).

30. **Ilkiv M.M., Solonyuka V.R., Humenyuk Zh.Ya., Huber Yu.M.** (2017). *Doslidzhennya mitsnosti kleyevykh zvednan termoderevyny yasena, otrymanoyi za tekhnolohiyeyu vakuumno-konduktivnoho termichnoho obroblyennya* [Theresearch of the strength of ash thermowood adhesivejoints treated by vacuum-conductive thermal processing]. Scientific Bulletin of UNFU 27(3). 136-139 (in Ukrainian).

31. **International ThermoWood Association** (2003). – ThermoWood Handbook / International ThermoWood Association. – Helsinki, Finland. – 66 p.

UDC 674.02:048

Assist. M.M. Ilkiv, senior teacher V.R. Solonyuka, assoc. prof. S.A. Hrytsak, , senior teacher Ya.M. Bilyy – UNFU

Research of the influence of the operating parameters of the process of heat treatment of the wood of ash on the form stability of the combined furniture boards

It has been established that the process of thermal modification of wood is an environmentally friendly way of protecting wood. Thermal modification of wood also makes it possible to significantly improve the appearance of wood of low-grade species by changing their color. Method and the results of experimental research of form stability of the combined furniture boards. The influence of mode parameters of the process of heat treatment of wood on the shape resistance of the received boards is determined. The mathematical and graphical dependence of the form stability of the combined furniture boards on the operating parameters of the process of heat treatment of the wood of ash were obtained. It is substantiated that the flatness of furniture panels is greatly influenced by the technological accuracy of the equipment used in the final calibration of finished panels. It has been investigated that the temperature of the thermal modification process is more influenced by the plane of the combined furniture panel than its duration. It is established that the results of experimental studies of the flatness of combined furniture boards, almost all of them do not meet the requirements of the standard. Only combination furniture panels made from a combination of ash wood sections obtained at a modification temperature of 190 ° C and treatment times of 4 and 10 hours with sections of untreated wood meet the requirements of the standard. The deviations from the flatness of the experimental shield data are 0.29 and 0.34 mm, respectively. The justification is made that the unsatisfactory results can be explained by the fact that the individual parts of which the combined shield consists of react differently with the humidity of the environment. It has been found that the combined furniture panels, the sections of which are treated with temperature $t = 220^{\circ}\text{C}$, have the ability to retain their geometric dimensions and shape better than when treated with temperature $t = 160^{\circ}\text{C}$ or without treatment. It is recommended to use the results obtained during student preparation and in production conditions to obtain quality products that meet the requirements of the standards.

Keywords: furniture board, thermowood, heat treatment, vacuum-conductive technology.