

**Юрій ЦАПКО,**

д-р техн. наук, професор

ORCID: 0000-0003-0625-0783

**Олексій ЦАПКО,**

PhD, ст. досл., доцент

ORCID: 0000-0003-2298-068X

**Ольга БОНДАРЕНКО,**

канд. техн. наук, доцент

ORCID: 0000-0002-8164-6473

**Дмитро АНОПКО,**

канд. техн. наук, доцент

ORCID: 0000-0002-2585-2512

**Костянтин КАВЕРИН,**

канд. техн. наук, доцент

ORCID: 0000-0001-9086-5953

*Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ*

## **ЕФЕКТИВНІСТЬ СКЛЕЮВАННЯ ВИРОБІВ, ВИГОТОВЛЕНИХ З ТЕРМІЧНОМОДИФІКОВАНОЇ ДЕРЕВИНИ**

*Проведено аналіз щодо процесу склеювання термічно модифікованої деревини та встановлено, що виготовлення клеєних виробів викликає певні труднощі із забезпечення адгезії. Одним із перспективних напрямів використання термічно модифікованої деревини є виготовлення клеєних виробів. Тому знання фізико-механічних властивостей термічно модифікованої деревини, показників її якості, адгезії з органічними клеями, дає змогу здійснювати вибір з урахуванням економічних показників, тривалості і безпеки застосування. Крім того під час модифікування деревини проходить процес полімеризації і перерозподілу по об'єму клітини та надають стінкам клітин більшої щільності, твердості, підвищують гідрофобність (відштовхування води), тим самим зменшують їх здатність вбирати вологу і набрякати. У результаті експериментальних досліджень встановлено, що характер руйнування для всієї групи зразків, в основі яких був клей, однаковий. Додаткова дія температури чи вологості суттєвої різниці, у порівнянні із контрольними зразками, не показала. Встановлено, що у зразків необробленої деревини ясна та модифікованої за температури 160, 220°C руйнування відбувається по клеєному шару. Результати досліджень дозволять вирішувати подальші задачі щодо створення нових композитів з термічно модифікованої деревини та умов їх експлуатації на різних об'єктах. встановлено, що характер руйнування для всієї групи зразків, в основі яких був клей, однаковий. Додаткова дія температури чи вологості суттєвої різниці, у порівнянні із контрольними зразками, не показала. Встановлено, що у зразків необробленої деревини ясна та модифікованої за температури 160, 220 °C руйнування відбувається по клеєному шару. Результати досліджень дозволять вирішувати подальші задачі щодо створення нових композитів з термічно модифікованої деревини та умов їх експлуатації на різних об'єктах.*

**Ключові слова:** *деревина, шпон, термічне модифікування, ефективність модифікації, водопоглинання, стійкість деревини.*

**Актуальність теми дослідження.** Як продукт біологічного походження, деревина має ряд властивостей, що обмежують області її практичного використання. Це – анізотропія, вразливість до перепаду температур, грибкових інфекцій та комах, здатність до водо- і вологопоглинання, усушки та розбухання. А тому на сьогодні найбільш ефективним методом поліпшення комплексу негативних властивостей деревини є її модифікування, суть якого полягає в наданні деревині здатності протистояти дії вологи, біопшкодження.

Одним із перспективних напрямів використання термічно модифікованої деревини є виготовлення клеєних виробів. Тому знання фізико-механічних властивостей термічно модифікованої деревини, показників її якості, адгезії з органічними клеями, дає змогу здійснювати вибір з урахуванням економічних показників, тривалості і безпеки застосування, екологічних аспектів тощо [1, 2].

Тому розроблення технологічних заходів із виготовленням клеєних виробів з термічно модифікованої деревини, дослідження впливи на міцність склеювання різних клеєвих складів є невирішеною складовою забезпечення стійкості композиційних виробів з деревини та визначають необхідність дослідження

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** При застосуванні термомодифікованої деревини передбачається, що на характеристики адгезійного з'єднання між дерев'яними елементами істотно впливає ступінь проникнення адгезиву в пористу мережу взаємопов'язаних осередків [3]. У зв'язку з цим проведено дослідження проникнення клею і сприяти ефективному використанню клеїв щодо вартості та продуктивності, особливо по відношенню до виробництва композитів на деревній основі. Основна увага приділялась методам оцінки, впливу на характеристики склеювання. Але не вказано, як впливають відмінності між породами деревини, велика різноманітність способів нанесення клею і процесів затвердіння, а також безліч типів хімічного складу і складів клею.

Вплив термічної обробки та часу витримки на шорсткість поверхні, змочуваність, міцність на зсув і твердість зразків були широко вивчені у роботі [4] та встановлено, що тепловий вплив негативно позначилося на міцності на зрушення і твердості, при цьому не встановлено як змінюється змочуваність поверхні при її обробленні полярними та неполярними рідинами.

Незважаючи на підвищену біологічну стійкість і стабільність розмірів, в деяких випадках може знадобитися обробка поверхні термічно модифікованої деревини системами покриттів. У цьому дослідженні [5] оцінювалися характеристики матеріалу деревини ялини європейської і сосни звичайної, підданої термічній модифікації, а також процес і їх вплив на характеристики наявних у продажу систем покриттів: масла на основі розчинника, акрилатної фарби на водній основі, армованої алкідом, і акрилатної фарби на водній основі. Однак, не вказано які необхідні методи для характеристики зміни якості з точки зору поліпшених цільових властивостей покриття.

Зміни, викликані термічною обробкою, які можуть вплинути на якість поверхні, були виміряні і порівняні з контрольними зразками, такі як водопоглинання, змочуваність і кислотність [6]. Після обробки деревини оцінювалися властивості поверхні і естетичні зміни; а також експлуатаційні характеристики покриттів. Покриття з УФ-затвердінням зберігають гідрофобний ефект термічно

модифікованої деревини, тоді як покриття на водній основі підвищують змочуваність поверхні. Але не вказані методи оцінки змочуваності поверхні.

Результати випробувань показали [7], що термічна обробка впливає на міцність на зрушення і відшаровування багатшарової деревини в залежності від клейової системи, використовуваної для склеювання. Міцність на зсув клеєної деревини, склеєної з допомогою клею на водній основі, знизилася для зразків, виготовлених з деревини, підданої гідротермолізу, і ще більше знизилася для зразків, виготовлених з повністю термообробленої деревини, але не вказані за яких технологічних показників.

Проведена оцінка відмінності в адгезійних властивостях через різного хімічного складу поверхні волокна та встановлено, що воно замінюється проникненням клею в об'ємне волокно термічно модифікованої деревини [8]. Ці результати показують більшу кількість лігніну або гідрофобних екстрактивних речовин на термічно модифікованої поверхні волокна. Що стосується характеристик адгезії, ці результати показують на утворення менш полярної поверхні термічно модифікованих волокон. Однак не вказано методику оцінювання поверхні після оброблення деревини.

Для поліпшення міжфазної адгезії між шпоном з деревиною і поліетиленовою плівкою високої щільності, шпон термічно модифікували в духовці та застосовували хімічно модифікований вінілтриметоксисиланом [9]. Результати показали, що обидві модифікації зменшили гідрофільність шпону і призвела до підвищення міцності на зсув, руйнування деревини та водостійкості. Однак, встановлена міцність обробленої силаном термообробленої деревини була набагато нижчою, ніж при застосуванні термореактивних смолистих композитів при більш високій температурі внаслідок плавлення термопластичного полімеру, виключаючи його використання в певних програмах.

В роботі [10] встановлено, що попередня термічна обробка проводилася у вологому середовищі з використанням гарячої води або пари при температурах до 180 і 230 ° С та призвела до значного зниження водопоглинання і розбухання деревних композитів по товщині, що пояснюється головним чином видаленням геміцеллюлоз. Механічні властивості були збільшені або іноді зменшені, в залежності від продукту і умов попередньої обробки. Попередня термічна обробка також покращує стійкість композитів до гниття. Але не розкрито роль клеєвих композицій на властивості деревних композитів.

Відомо, що термічна обробка покращує стабільність і довговічність різних видів деревини [11]. Однак, в процесі деякі властивості поверхні змінюються, а саме, колір, блиск, маятникова твердість і поверхнева адгезія, термообробленої і необробленої деревини бука з покриттям.

В роботах [12-14] встановлено, що модифікація деревини, є сукупність процесів, які надають обробленому матеріалу більшу 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.

Таким чином, з літературних джерел встановлено, що термічне модифікування деревини здатне надати їй можливості протистояти руйнуванню. Все це дає підстави стверджувати, що доцільним є проведення дослідження, присвяченого

визначенню параметрів, які забезпечують її міцність на склеювання. Тому дослідження у цьому напрямі є невідіршеною складовою забезпечення стійкості будівельних конструкцій, що і обумовило необхідність проведення досліджень.

**Постановка завдання.** Метою даної роботи є дослідження ефективності клеєвого шару для виробів з термічномодифікованої деревини і обґрунтуванні міцності при сколюванні.

**Матеріали і методи досліджень.** Для встановлення ефективності експлуатації фасадів меблевих виробів за різних температурно-вологісних умов середовища використовували зразки дубового шпону, що попередньо пройшли процес термооброблення. Термічне модифікування проводили у конвективній камері, для надійності результату шпон фіксували між пластинами з керамограніту. Загалом матеріал витримували за температури 250 °С упродовж 10, 20 та 30 хв. (рис. 1). Для дослідження використовували зразки термомодифікованого шпону дубу із поверхню тангентального перерізу товщиною 0,7 мм, розміром 155х150 мм.



Рис. 1. Зразки дубового шпону після термомодифікування за температури 250 °С протягом: а – 600 с; б – 1200 с; в – 1800 с

Під час виготовлення зразків використовували такі основи, як меблевий щит, плита МДФ та ДСП. Вони склеювалися у формі сендвіча, тобто між двома основами приклеювали термомодифікований шпон за температури 250 °С упродовж 10, 20 та 30 хв. У якості в'язучого застосовували два види клею – ПВА «Люкс» D3 та ПУР «Kleiberit» 507.0 D4.

Також проведено випробування для визначення межі міцності на сколювання для склеєних зразків термомодифікованої деревини ясеня. Для склеювання застосовували клей марки КЛЕЙБЕРИТ 501.0.

Принцип дослідження міцності клеєвого з'єднання оснований на прикладеному зусиллю до одиничного з'єднання при поздовжньому стиску. Під час випробування пристосування із встановленим зразком поміщали на платформу розривної машини таким чином, щоб вісь пуансона співпадала з віссю зусилля.

Суть методу дослідження полягала у безперервному навантаженні зразка зі швидкістю 0,60±0,15 мм/хв до руйнування. Границю міцності клеєвого з'єднання визначали за формулою:

$$\sigma = \frac{P}{F} \quad (1)$$

де P – руйнуюче навантаження, Н;

F – площа клеєвого з'єднання, м².

Дослідження міцності клеєвого з'єднання проводили на зразках (рис. 2).

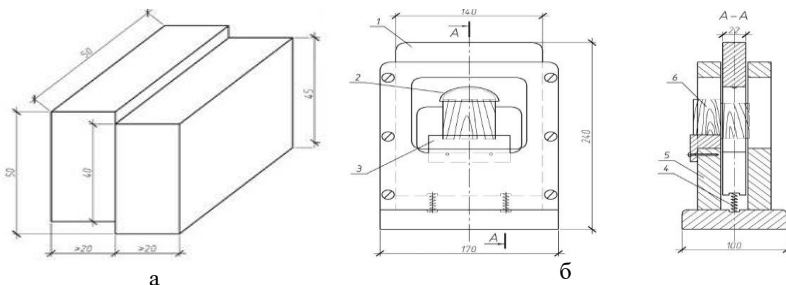


Рис. 2. Визначення міцності клеєвого з'єднання на сколювання: а – форма та розміри зразка; б – приспособлення; 1 – пуансон; 2 – самоцентруюча опора; 3 – вкладка; 4 – пружина; 5 – стійка опори; 6 – зразок

Для всіх видів досліджень також визначали показники для немодифікованого матеріалу (контрольні зразки).

**Основна частина.** Межу міцності клеєвого з'єднання на сколювання визначали на зразках, що було описано вище, із попереднім витримуванням 1/3 частини у вологому середовищі, третину піддавали впливу дії температури 80 °С – табл. 1.

Таблиця 1

Результати визначення межі міцності клеєвого з'єднання\*

| Зразок/клей | Межа міцності, МПа |       |        | Зразок/клей | Межа міцності, МПа |       |        |
|-------------|--------------------|-------|--------|-------------|--------------------|-------|--------|
|             | контр              | темп. | волога |             | контр              | темп. | волога |
| Щит ПУ Н    | 3,00               | 3,94  | 2,84   | Щит ПВА Н   | 2,96               | 2,27  | 2,61   |
| Щит ПУ 10   | 3,24               | 3,20  | 2,70   | Щит ПВА 10  | 3,05               | 3,01  | 3,55   |
| Щит ПУ 20   | 3,11               | 3,09  | 2,64   | Щит ПВА 20  | 3,11               | 3,03  | 2,75   |
| Щит ПУ 30   | 2,47               | 3,05  | 2,58   | Щит ПВА 30  | 2,47               | 2,91  | 3,24   |
| МДФ ПУ Н    | 3,67               | 3,27  | 2,37   | МДФ ПВА Н   | 3,19               | 3,50  | 3,46   |
| МДФ ПУ 10   | 2,98               | 2,92  | 3,00   | МДФ ПВА 10  | 2,96               | 2,74  | 3,18   |
| МДФ ПУ 20   | 3,52               | 3,14  | 2,87   | МДФ ПВА 20  | 2,26               | 3,05  | 3,23   |
| МДФ ПУ 30   | 3,00               | 3,37  | 2,73   | МДФ ПВА 30  | 2,00               | 2,49  | 3,13   |
| ДСП ПУ Н    | 2,77               | 3,88  | 4,28   | ДСП ПВА Н   | 2,62               | 2,38  | 2,76   |
| ДСП ПУ 10   | 4,00               | 3,70  | 4,80   | ДСП ПВА 10  | 2,83               | 3,34  | 3,32   |
| ДСП ПУ 20   | 4,57               | 4,45  | 4,23   | ДСП ПВА 20  | 2,79               | 3,63  | 4,26   |
| ДСП ПУ 30   | 4,20               | 4,20  | 3,61   | ДСП ПВА 30  | 2,60               | 2,60  | 3,94   |

\*Примітка. Щит, МДФ, ДСП – основа; ПУ, ПВА – вид клею; 10, 20, 30 – тривалість термомодифікування шпону за температури 250 °С, хв.; Н – немодифікований шпон.

Одразу помітно позитивний вплив вологи на міцність клеєвого з'єднання ПВА «Люкс» D3, зразків із основою меблевий щит, на який було наклеєний необроблений та модифікований упродовж 20 хв шпон. Збільшення межі міцності незначне. В окремих випадках досягає 50 %, наприклад, для зразків із основами МДФ та ДСП, шпон модифікований упродовж 20 і 30 хв. Це можна пояснити збільшенням пластичності клею за таких температурних умов. Для групи зразків, що були склеєні ПУР «Kleiberit» 507.0 D4 волога мала негативний вплив і результати виявилися дещо гіршими. Винятком є група зразків, основа яких виготовлена з ДСП окрім шпону модифікованого упродовж 20 і 30 хв.

На рис. 3, 4 приведено результати руйнування зразків.



а



б

Рис. 3. Руйнування зразків під час дослідження межі міцності клеєвого шва: а – основа ДСП; б – основа МДФ



а



б

Рис. 4. Руйнування зразків під час дослідження межі міцності клеєвого шва: а – основа МДФ; б – основа меблевий щит

Руйнування відбувалося по основі (рис. 3), а саме відшаровувався верхній дрібнофракційний шар, видимих поверхонь руйнування шпону та клеєвого шва не виявлено.

У зразках, що піддавались додатковому впливу температури, склеєні ПУР «Kleiberit» 507.0 D4, шпон яких модифікувався упродовж 30 хв, та ПВА «Люкс» D3, 20 хв, у декількох зразках було помітно близько 10 % площі руйнування по клеєвому з'єднанню – рис. 4, а.

Характер руйнування для всієї групи зразків, в основі яких був меблевий щит, однаковий. Додаткова дія температури чи вологості суттєвої різниці, у порівнянні із контрольними зразками, не показала. На кожному зразку виявлено відшарування по клеєвому шару площею близько 50 % (рис. 4, б) із незначними відривами основи.

На рис. 5 приведено випробування для визначення межі міцності на сколювання для склеєних зразків термомодифікованої деревини ясеня. У табл. 2 наведено результати проведення випробування на сколювання вздовж волокон.

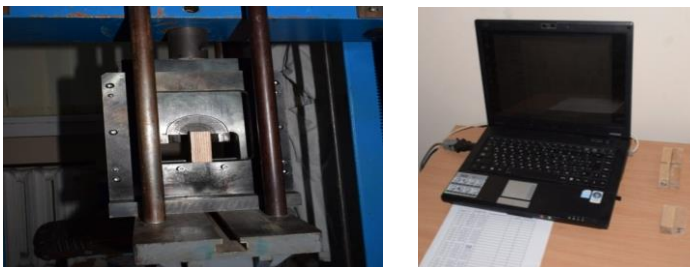


Рис. 5. Проведення випробування

Як бачимо з табл. 2 межа міцності на сколювання для усіх зразків практично однакова і коливається в межах 11,22 – 13,88 МПа. Проте відрізняється характер руйнування за візуальною оцінкою. Так у зразків необробленої деревини ясен та модифікованої за температури 160 °С руйнування відбувається по клеєному шару. А от у зразків модифікованих при температурі 220 °С протягом 10 год. спостерігається руйнування склеювання на 50 %, протягом 20 год. – відрив деревини на 100 % площі склеювання.

Таблиця 2

**Результати проведення випробування на сколювання вздовж волокон**

| Режим<br>температура/тривалість                                                                                 | №<br>з/п | Розміри, мм |        | Навантаження<br>Р, Н | Напруження<br>σ, МПа |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------------|--------|----------------------|----------------------|
|                                                                                                                 |          | ширина      | ширина |                      |                      |
| 160 °С/10 год                                                                                                   | 1        | 18,20       | 44,90  | 12187,45             | 14,9                 |
|                                                                                                                 | 2        | 18,70       | 44,80  | 11777,36             | 14,1                 |
|                                                                                                                 | 3        | 18,65       | 44,75  | 11293,55             | 13,5                 |
|                                                                                                                 | 4        | 18,40       | 43,90  | 10553,84             | 13,1                 |
|                                                                                                                 | 5        | 19,00       | 43,00  | 10354,70             | 12,7                 |
| Середнє                                                                                                         |          |             |        | <b>11233,38</b>      | <b>13,65</b>         |
|  <p>Результат визначення</p>  |          |             |        |                      |                      |
| 160 °С/20 год                                                                                                   | 1        | 18,25       | 44,70  | 12517,64             | 15,3                 |
|                                                                                                                 | 2        | 18,25       | 45,25  | 10021,59             | 12,1                 |
|                                                                                                                 | 3        | 18,45       | 45,20  | 9393,06              | 11,3                 |
|                                                                                                                 | 4        | 18,40       | 44,05  | 11166,34             | 13,8                 |
|                                                                                                                 | 5        | 18,70       | 44,60  | 14092,65             | 16,9                 |
| Середнє                                                                                                         |          |             |        | <b>11438,26</b>      | <b>13,88</b>         |
|  <p>Результат визначення</p> |          |             |        |                      |                      |

*Продовження табл. 2*

| Режим температура/тривалість                                                                                                                | № з/п | Розміри, мм |        | Навантаження Р, Н | Напруження $\sigma$ , МПа |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------|--------|-------------------|---------------------------|
|                                                                                                                                             |       | ширина      | ширина |                   |                           |
| 220 °C/10 год                                                                                                                               | 1     | 16,75       | 43,85  | 8278,58           | 11,3                      |
|                                                                                                                                             | 2     | 17,40       | 45,75  | 6601,38           | 8,3                       |
|                                                                                                                                             | 3     | 17,20       | 45,10  | 9856,41           | 12,7                      |
|                                                                                                                                             | 4     | 17,45       | 43,25  | 11924,21          | 15,8                      |
|                                                                                                                                             | 5     | 17,75       | 44,45  | 6317,24           | 8,0                       |
| Середнє                                                                                                                                     |       |             |        | <b>8595,56</b>    | <b>11,22</b>              |
| <div align="center">  <p>Результат визначення</p> </div>   |       |             |        |                   |                           |
| 220 °C/20 год                                                                                                                               | 1     | 16,75       | 44,20  | 5935,78           | 6,2                       |
|                                                                                                                                             | 2     | 17,20       | 44,05  | 4580,42           | 10,6                      |
|                                                                                                                                             | 3     | 17,40       | 41,65  | 8063,33           | 13,7                      |
|                                                                                                                                             | 4     | 17,65       | 45,80  | 9956,64           | 12,8                      |
|                                                                                                                                             | 5     | 17,70       | 43,25  | 10336,17          | 13,5                      |
| Середнє                                                                                                                                     |       |             |        | <b>8234,14</b>    | <b>11,37</b>              |
| <div align="center">  <p>Результат визначення</p> </div>   |       |             |        |                   |                           |
| не модифіковані                                                                                                                             | 1     | 19,00       | 43,00  | 12784,03          | 15,6                      |
|                                                                                                                                             | 2     | 19,20       | 42,10  | 10376,19          | 12,8                      |
|                                                                                                                                             | 3     | 19,20       | 44,90  | 8594,96           | 10,0                      |
|                                                                                                                                             | 4     | 19,00       | 44,15  | 12780,51          | 15,2                      |
|                                                                                                                                             | 5     | 19,15       | 45,30  | 7899,13           | 9,1                       |
| Середнє                                                                                                                                     |       |             |        | <b>10486,96</b>   | <b>12,56</b>              |
| <div align="center">  <p>Результат визначення</p> </div> |       |             |        |                   |                           |

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Таким чином, у результаті експериментальних досліджень встановлено, що характер руйнування для всієї групи зразків, в основі яких був клей, однаковий. Додаткова дія температури чи вологості суттєвої різниці, у порівнянні із контрольними зразками, не показала.



Встановлено, що у зразків необробленої деревини ясена та модифікованої за температури 160, 220 °С руйнування відбувається по клеєному шару. Результати досліджень дозволять вирішувати подальші задачі щодо створення нових композитів з термічно модифікованої деревини та умов їх експлуатації на різних об'єктах.

**Список літератури:**

1. Xing D., Wang S., Li J. Effect of Artificial Weathering on the Properties of Industrial-Scale Thermally Modified Wood. *BioResources*. 2015. Vol. 10 (4). P. 238-8252. DOI: 10.15376/biores.10.4.8238-8252.
2. Kaygin B., Gunduz, G., Aydemir, D. Some physical properties of heat-treated paulownia (*Paulownia elongata*) wood. *Dry. Technol.* 2009. Vol. 27 (1). P. 89-93. DOI:10.1080/07373930802565921.
3. Ayadi N., Lejeune F., Charrier F., Charrier B., Merlin A. Color stability of heat-treated wood during artificial weathering. *Holz als Roh-und Werkstoff*. 2003. Vol. 61 (3).P. 221-226. DOI:10.1007/s00107-003-0389-2.
4. Esteves B.M., Pereira H.M. Wood modification by heat treatment: A review. *Bioresources*. 2009. Vol. 4. Pp. 370-404. DOI:10.15376/biores.4.1.370-404.
5. Miltiz H. Heat Treatment of Wood: European Processes and Their Background. *In International Research Group Wood Pre, Section 4-Processes*. 2002. P. 40241.
6. Kocaefe D., Poncsak S., Doré G., Younsi R. Effect of heat treatment on the wettability of white ash and soft maple by water. *Holz Roh. Werkst.* 2008. Vol. 66. 2008. P. 355-361. DOI 10.1007/s00107-008-0233-9.
7. Bengtsson C., Jermer J., Brem F. Bending Strength of Heat-Treated Spruce and Pine Timber. *In International Research Group Wood Pre, Section 4-Processes*. 2002. P. 40242.
8. Syrjänen T., Kangas E. Heat-Treated Timber in Finland. *In International Research Group Wood Pre, Section 4-Processes*. 2000. P. 40158.
9. Sandoval-Torres S., Joma W., Marc F, Puiggali J. Colour alteration and chemistry changes in oak wood (*Quercus pedunculata* Ehrh) during plain vacuum drying. *Wood Sci. Technol.* 2012. Vol. 46 (1-3). P. 177-191.
10. Gurleyen L., Esteves B., Ayata U., Gurleyen T., Cinar H. The effects of heat treatment on colour and glossiness of some commercial woods In turkey. *Drewno*. 2018. Vol. 61. No 201. DOI: 10.12841/wood.1644-3985.227.03.
11. Chen Y., Fan Y., Gao J. Coloring characteristics of in situ lignin during heat treatment. *Wood Sci. Technol.* 2012. Vol. 46. P. 33-40. DOI:10.1007/s00226-010-0388-5.
12. Korkut D.S., Hizioglu S., Aytin A. Effect of heat treatment on surface characteristics of wild cherry wood. *BioRes*. 2013. Vol. 8 (2). P. 1582-1590.
13. Todaro L., D'Auria M., Langerame F., Salvi A.M., Scopa A. Surface characterization of untreated and hydro-thermally pre-treated Turkey oak woods after UV-C irradiation. *Surf. Interface Anal.* 2015. Vol. 47. P. 206-215.
14. Tolvaj L., Nemeth R., Pasztory Z., Bejo L., Takats P. Colour Stability of Thermally Modified Wood during Short-Term Photodegradation Tolvaj et al. Photo & thermo color changes. *BioResources*. 2014. Vol. 9 (4). P. 6644-6651. DOI: 10.15376/biores.9.4.6644-6651.

**Yuriy TSAPKO, Alexey TSAPKO, Olga BONDARENKO, Dmitry ANOPKO, Kostyantyn KAVERIN**

***Efficiency of gluing products made from thermal modified wood***

*An analysis of the process of gluing thermally modified wood was conducted and it was found that the manufacture of glued products causes certain difficulties in ensuring adhesion. One of the promising areas of use of thermally modified wood is the manufacture of glued products. Therefore, knowledge of the physical and mechanical properties of thermally modified wood, its quality indicators, adhesion with organic adhesives allows you to make a choice taking into account economic indicators, duration and safety of use. In addition, during the modification of wood, the process of polymerization and redistribution occurs in the cell volume and gives the cell walls greater density, hardness, increases hydrophobicity (water repellency), thereby reducing their ability to absorb moisture and swell. As a result of experimental studies, it was found that the nature of the destruction for the entire group of samples based on glue is the same. The additional effect of temperature or humidity did not show a significant difference compared to the control samples. It was established that in samples of untreated ash wood and modified at temperatures of 160, 220°C, the destruction occurs along the glued layer. The results of the research will allow us to solve further problems regarding the creation of new composites from thermally modified wood and the conditions of their operation at different facilities. It was established that the nature of the destruction for the entire group of samples based on glue is the same. The additional effect of temperature or humidity did not show any significant difference, compared to the control samples. It was established that in samples of untreated ash wood and modified at temperatures of 160, 220°C, the destruction occurs along the glued layer. The results of the research will allow us to solve further problems regarding the creation of new composites from thermally modified wood and the conditions of their operation at different facilities.*

**Keywords:** *wood, veneer, thermal modification, modification efficiency, water absorption, wood durability.*