

УДК 624.011.1:539.3

**ДЕФОРМАТИВНІСТЬ МОДИФІКОВАНОЇ СИЛОРОМ КЛЕЄНОЇ ДЕРЕВИНИ ЗА РОБОТИ НА СТИСК ВЗДОВЖ ВОЛОКОН**

**ДЕФОРМАТИВНОСТЬ МОДИФИЦИРОВАННОЙ СИЛОРОМ КЛЕЕНОЙ ДРЕВЕСИНЫ ПРИ РАБОТЕ НА СЖАТИЕ ВДОЛЬ ВОЛОКОН**

**DEFORMATION OF MODIFIED SILOR LAMINATED TIMBER OF WORK OF COMPRESSION ALONG THE GRAIN**

**Гомон С.С., к.т.н., проф., Гомон С.С., к.т.н., доц.** (Національний університет водного господарства та природокористування, Україна, м.Рівне), **Зінчук А.В., магістр, інж.** (“Творчо-виробнича фірма Триада”, Україна, м.Рівне )

**Гомон С.С., к.т.н., проф., Гомон С.С., к.т.н., доц.** (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, Украина, г. Ровно), **Зинчук А.В., магистр, инж.** (Творческая производственная фирма Триада, Украина, г. Ровно)

**Gomon S.S, candidate of technical sciences, professor, Gomon S.S, candidate of technical sciences, associate professor** (National University of Water Management and Nature Resources Use, Rivne), **Zinchuk A.B., mahistr, engineer,** (Creative production firm Triada, Ukraine, Rivne )

Приведено розроблену методику експериментальних досліджень роботи сухої клеєної деревини сосни та модифікованої клеєної деревини (просоченої полімерною композицією “СИЛОР”) за дії повздовжнього стиску, показано конструкцію дослідних зразків призм з клеєної деревини та розміщення приладів на них. Проведено експериментальні дослідження і наведені отримані результати досліджень. Встановлено, що термін просочення клеєної деревини полімерною композицією суттєво впливає на деформативність модифікованої деревини. Результати досліджень дадуть змогу проектувати конструкції з модифікованої клеєної деревини, використовуючи більш повне врахування можливостей матеріалу та особливості роботи елементів, а це дасть можливість більш економно використовувати наявні матеріальні ресурси.

Приведено разработанную методику экспериментальных исследований работы сухой древесины сосны и модифицированной клееной древесины

(пропитанной полимерной композицией «СИЛОР») при действии сжатия вдоль волокон, показано конструкцию образцов призм из клееной древесины и размещение приборов на них. Проведены экспериментальные исследования и приведены, получены результаты исследований. Установлено, что срок пропитки клееной древесины полимерной композицией существенно влияет на деформативность модифицированной древесины. Результаты исследований дадут возможность проектировать конструкции из модифицированной клееной древесины, используя более полные возможности материала и особенностей работы элементов, а это дает возможность более экономно использовать имеющиеся материальные ресурсы.

The developed method of experimental research of the work of pine dry glued and modified glued wood (impregnated with polymeric composition "SILOR") under the action of longitudinal compression is given. The construction of experimental samples of prisms from glued wood and placing of devices on them is shown. Experimental studies were carried out and the obtained results of research are given. As a result of the impregnation of birch-wooded wood, the polymer is formed in the pores of wood (tracheids, capillaries and beam cells). The obtained polymer can help to prevent possible damage of treated wood from leached preservatives and does not change the color of the wood. It has been established that the duration of impregnation of glued wood with a polymer composition substantially affects the deformability of modified wood. As the duration of composite impregnation increases, the relative deformability of the modified wood is constantly decreasing and for 720 minutes impregnation time it has decreased: along fibers by 22%; wide perpendicular to glued seam by 27,1%; width parallel to glued seam by 45%. The results of the research will enable designing of modified laminated wood using more fully taking into account the possibilities of the material and the features of the elements work.

**Ключові слова:**

Деревина, деформації, навантаження, стиск, модифікована деревина.

Древесина, деформации, нагрузки, сжатие, модифицированная древесина.

Wood, deformation, loadings, compression, modified wood.

**Вступ.** Якісної деревини хвойних порід, що використовується в капітальному будівництві, стає дедалі менше, і розумний шлях в цій ситуації — безвідходне використання сировини, підвищення якості виробів за допомогою сучасних технологій модифікації. Без сумніву, і клеєна деревина є перспективним будівельним матеріалом, який все ще ховає великий потенціал і тому його можна назвати матеріалом нинішнього і майбутнього із-за дегенеративності. Але модифікована клеєна деревина має ще перспективніше майбутнє. Довговічність роботи такої деревини

забезпечується відповідною технологічністю та екологічністю виготовлення, а також економічністю експлуатації.

Із поширенням застосування в будівництві дощатоклеєної деревини виникає необхідність підсилення існуючих конструкцій. На сьогодні існують різні методи підсилення, одні з них передбачають зміну конструктивної схеми, а інші - розвантаження конструкцій. Підсилення, ефективність якого нами вивчається, передбачає просочення деревини полімерною композицією «Силор».

**Стан питання та задачі дослідження.** В умовах здорожчання енергозатратних будівельних матеріалів використання нових хімічних засобів модифікації деревини дає можливість дерев'яним конструкціям ще більш ширше конкурувати у практичному застосуванні з іншими матеріалами на будівництві. Однак фізико-механічні властивості, як клеєної деревини, так і модифікованої клеєної деревини хвойних та малоцінних м'яких порід потребують детального всебічного дослідження.

Саме тому, метою досліджень стало вивчення впливу полімерної композиції «СИЛОР» на деформаційні властивості клеєної деревини за роботи на стиск вздовж волокон. При обробці деревини композицією «СИЛОР» він перетворюється з мономера в полімер. Початком досліджень впливу полімерної композиції «СИЛОР» на несучу здатність та деформативність цільної та клеєної деревини вздовж та поперек волокон за дії статичного та повторного навантажень закладено в роботах [1, 2, 3].

Існуючі на сьогоднішній день методики прогнозування міцності та довговічності анізотропного матеріалу [4] з клейовими швами базуються на побудованій математичній моделі довговічності матеріалу та клейових швів, що враховує рівень тривалих навантажень, вологість та температуру навколишнього середовища експлуатації, але не враховують змінність навантажень. Отже, для забезпечення надійності роботи будівельних конструкцій необхідно вивчати поведінку таких конструкцій в умовах максимально наближених до реальних.

**Методика досліджень та конструкція зразків.** Для проведення випробувань було виготовлено зразки розмірами 45x45x250 мм склеєних з дощок сосни товщиною  $25 \pm 0,1$  мм. Дощки були склеєні по пласту між собою з використанням резорцинового клею Casco Silva, класу вологостійкості D3 відповідно EN 204/205. Вирізання зразків для серії випробувань проводили з однієї довгої балки з клеєної деревини. Прийнята довжина призм з клеєної деревини дала можливість уникнути впливу тертя між плитою преса та торцями зразків на міцність матеріалу. Дощатоклеєні дерев'яні балки, з яких були вирізані зразки і використані в експериментальному дослідженні виготовлялися в заводських умовах зі струганих дощок [5]. Висушування пиломатеріалів з деревини для виготовлення зразків проводилося на протязі одного року за нормальної вологості середовища в 60-70% та температури

18-21°C з доведенням до необхідної проектної вологості в 10...12% [6] у термокамері на протязі трьох тижнів.

Допустимі відхилення від номінальних розмірів робочої частини при виготовленні зразків не перевищували  $\pm 0,5$  мм. Будь-яка величина, взята в межах допустимого відхилення, була витримана по всьому зразку з точністю до  $\pm 0,1$  мм. Розміри зразка, що не входять до розрахункових формул (наприклад, довжина зразка на стиск), були витримані з точністю до  $\pm 1$  мм. Робочі поверхні зразків були чисто оброблені.

Для наклеювання тензодатчиків [7] використовувався клей БФ-2. Місця розташування датчиків розмічались. Для випробувань були використані тензорезистори базою 10 мм. Схема розташування тензодатчиків та геометричні розміри зразків зображена на рис.1. Випробування виконувалося з використанням тензометричної системи СИИТ-3М та пресу. На початку випробувань кожен із зразків з деревини був відцентрований спочатку за геометричними осями, а згодом і за фізичними.

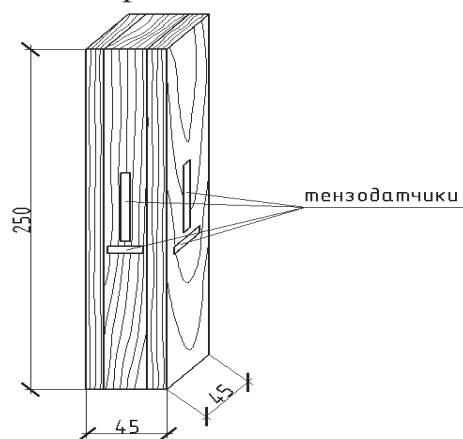


Рис.1.Геометричні розміри зразків та схема розташування тензодатчиків

Випробування зразків проводилися у дві серії. Випробування першої серії було необхідне для встановлення руйнівного значення навантаження та деформативності зразків з клеєної деревини, а в другій - з метою встановлення руйнівного навантаження та деформативності зразків з клеєної деревини модифікованих силором з різним терміном просочення деревини полімером.

Просочення дослідних зразків виконували за групами шляхом занурення в посудину із полімерною композицією: перша група ПС-15 на 15хв, друга - ПС-30 на 30хв, третя - ПС-60 - 60хв, четверта - ПС-120 - 120хв, п'ята - ПС-240 - 240хв, шоста - ПС-360 - 360хв та сьома - ПС-720 на 720хв. В кожній групі було по три зразки-близнюки, які просочували з кожною заданою тривалістю. Проникнення полімерної композиції «СИЛОР» в товщу зразків проходило природнім шляхом, без додаткового стимулювання, в посудині в горизонтальному положенні при повному зануренні в полімерний розчин. Доступ полімерної композиції до всіх сторін призм забезпечувався відстанями між дном, стінками посудини та зразком, які утворювалися за

допомогою дроту діаметром 3мм. Змішування компонентів проведено зі співвідношенням 1:4 (одна частина це поліізоціанат + трихлоретилфосфат та 4 частини - етилацетату). Просочування всіх зразків проводилося при температурі повітря 19°C. Після відведеного часу просочування призми виймали і просушували при температурі 18-21°C протягом двох днів. Властивості полімерної композиції приведено в роботі [3], детальне дозування та співвідношення компонентів приведено в патенті та технічних умовах [8,9].

**Результати досліджень.** Всі зразки досліджувалися з ступеневим прикладанням навантаження з ступенем в 0,1  $F_{руйн}$ , та з витримкою на кожному ступені для зняття показів з тензодатчиків в повздовжньому та поперечних напрямках. Після обробки отриманих даних були побудовані діаграми зміни міцності модифікованої клеєної деревини в залежності від тривалості просочення композитним полімером «СИЛОР» (рис.2) і деформування деревини в залежності від напружень (рис.3).

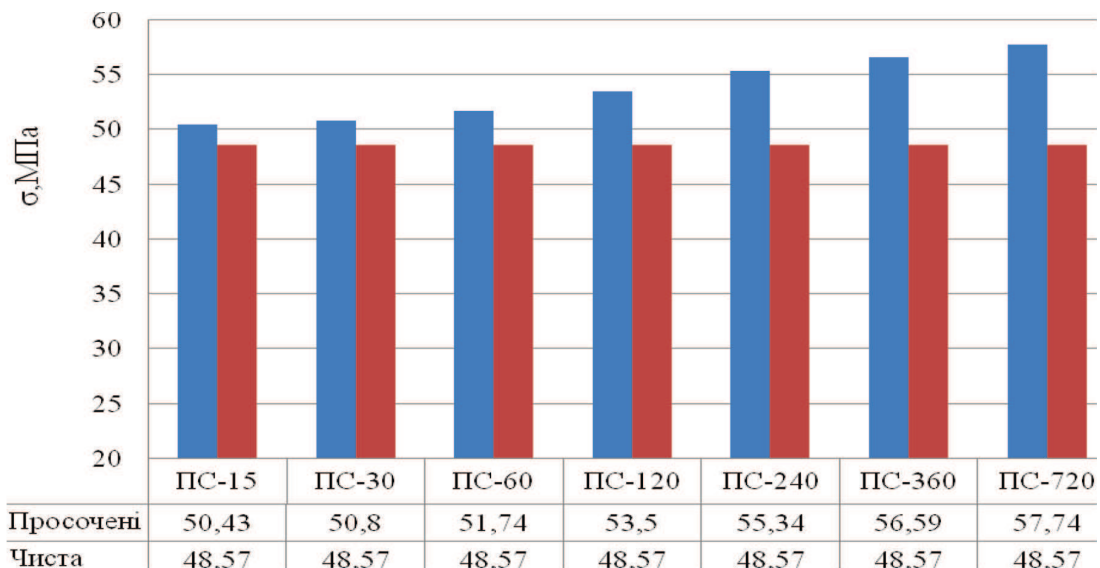


Рис. 2. Гістограма збільшення середніх значень тимчасової міцності зразків з модифікованої клеєної деревини

Руйнування модифікованої клеєної деревини проходило подібно до руйнування клеєної деревини з утворенням лінії ковзання [10]. Порівняння розмірів відносного деформування клеєної деревини з модифікованою проводилося за рівних напружень в всіх зразках і це напруження становило 40 МПа. Отримані результати досліджень за середнього відносного деформування клеєної та модифікованої деревини в залежності від тривалості просочення композитним полімером «СИЛОР» за напружень в 40 МПа приведені у вигляді гістограми на рис.3. Із гістограми видно, що із ростом тривалості просочення клеєної деревини відносні деформації модифікованої клеєної деревини зменшуються, як вздовж волокон, так і впоперек. Найменше деформується модифікована деревина, яка просочувалася композитом «СИЛОР» на протязі 720 хвилин. Відносні

деформації модифікованої деревини просоченої на протязі 720 хвилин зменшилися: вздовж волокон на 22%; поперечні перпендикулярні до клеєного шва на 27,1%; поперечні паралельні клеєному шву на 45%. Таким чином, модифікація клеєної деревини найбільшим чином вплинула на відносні поперечні деформації, які паралельні клеєвому шву.

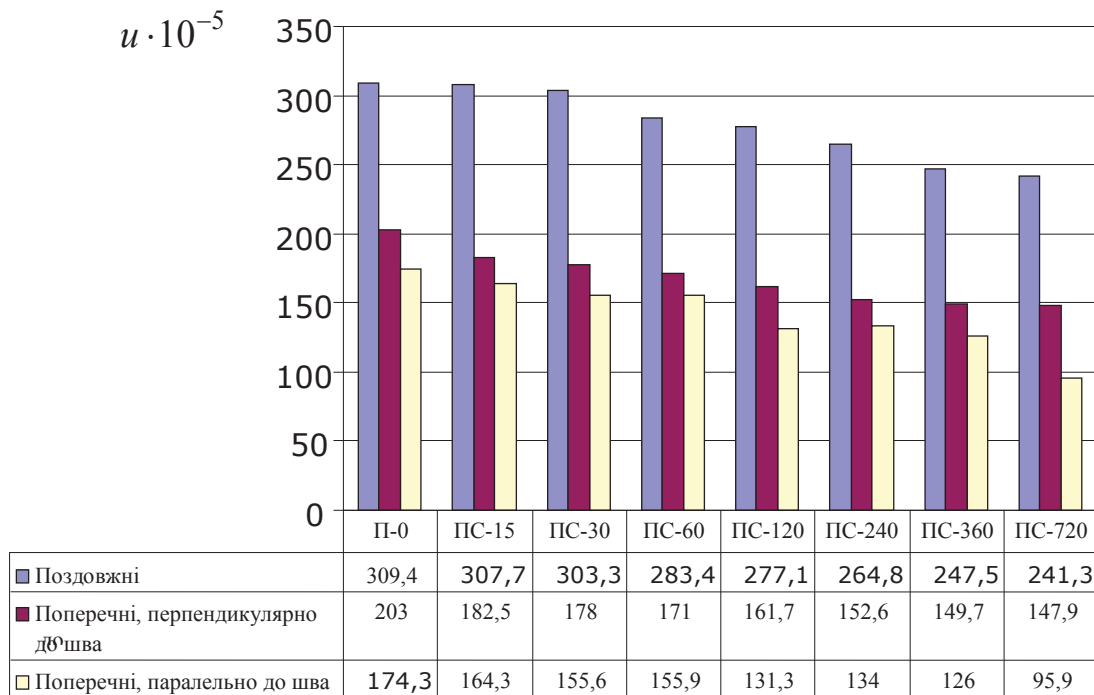


Рис.3. Гістограма середніх відносних деформацій дослідних зразків з клеєної модифікованої деревини за напружень  $\sigma = 40$  МПа

**Висновки.** В результаті проведених досліджень були отримані нові експериментальні дані щодо несучої здатності і деформативності клеєної деревини-сосни модифікованої полімерним композитом “СИЛОР” за роботи на стиск вздовж волокон. Було досліджено роботу модифікованої клеєної деревини з просоченням від 15 до 720 хвилин і в результаті чого можна зробити наступні висновки:

1. В результаті просочення дощатоклеєної деревини відбувається формування полімеру в порах деревини (трахеїдах, капілярах і променевих клітинах). Отриманий полімер може допомогти уникнути потенційного пошкодження вилуженими консервантами обробленої деревини з навколишнього середовища і не змінює колір деревини.

2. Встановлено особливості впливу тривалості просочення полімерним композитом “СИЛОР” на міцність та деформативність дощатоклеєної деревини при центральному стиску вздовж волокон, які заключаються в наступному:

- а) з ростом тривалості просочення композитом, міцність модифікованої клеєної деревини збільшується, і за просочення в 720 хвилин вона зростає на 19%;
- б) з ростом тривалості просочення композитом, відносна деформативність модифікованої деревини постійно зменшується і за просочення на протязі 720 хвилин вона знизилася: вздовж волокон на 22%; поперек перпендикулярно до клеєного шва на 27,1%; поперек паралельно клеєному шву на 45%.

1. Гомон С.С. Робота модифікованої силором деревини поперек волокон за дії малоциклових навантажень / С. С. Гомон, Т. А. Сасовський // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – Рівне: НУВГП, 2010. – Випуск 20. – С. 170 -174.

2. Сасовський Т.А. Витривалість деревини малоцикловим повторним навантаженням при роботі на стиск поперек волокон / Т.А. Сасовський / Устойчивое развитие городов. - Харків: ХНАГХ - часть 1. - 2011 - С. 131-132.

3. Гомон С.С. Дослідження модифікованої силором клеєної деревини на стиск вздовж волокон/С.С. Гомон, С.С. Гомон, А.В. Зінчук/ Всеукраїнський науково-технічний журнал “Вісті Донецького гірничого інституту”, ДВНЗ “Донецький НТУ”, №1(40). Покровськ, 2017.- С. 134-138.

4. Ашкенази Е.К. Анизотропия конструкционных материалов / Е.К. Ашкенази, Э.В. Ганов. – Ленинград: Машиностроение, 1980. –247с.

5. ГОСТ 23551-79. Древесное сырье для изготовления модифицированной древесины. Технические условия. М.: Стройиздат.- 1979 – 15с.

6. ГОСТ 24329-80. Древесина модифицированная. Способы модифицирования. М.: Стройиздат.- 1980 – 16с. 7. ГОСТ 21615–76 Тензорезисторы. Методы определения характеристик. – М.: Стройиздат, 1976. – 10 с.

8. Патент на винахід №40068 А України «Спосіб ізоляції і зміцнення та полімерна композиція для його здійснення “СИЛОР”», 16.07.2001 р., Бюл. №6.

9. ТУ У 24.1-19478158-001-2004. Композиція полімерна. Технічні умови.

10. Тутурин С.В. Механическая прочность древесины/ Сергей Викторович Тутурин// Дис. д. т. н. – М.: МГУ, 2005. – 318с.