

УДК 624.011.1:539.3

С.С. ГОМОН (канд.тех.наук, проф.)

С.С. ГОМОН (канд.тех.наук, доц.)

Національний університет водного господарства та природокористування, Україна, м. Рівне

А.В. ЗІНЧУК (магістр, інженер)

Творчо-виробнича фірма «Тріада», Україна, м. Рівне

ДОСЛІДЖЕННЯ МОДИФІКОВАНОЇ СИЛОРОМ КЛЕЄНОЇ ДЕРЕВИНИ НА СТИСК ВЗДОВЖ ВОЛОКОН

Проведено експериментальні дослідження і наведені отримані результати випробувань сухої клеєної деревини сосни першого сорту та модифікованої клеєної деревини (просоченої полімерною композицією «СИЛОР») за дії повздовжнього стиску. Дано характеристику вихідних матеріалів, описано технологію виготовлення дослідних зразків та вимоги до них. Наведено методику досліджень, приведено конструкцію дослідних зразків призм з клеєної деревини, показано розміщення приладів. Встановлено вплив терміну просочення клеєної деревини полімерною композицією на міцність модифікованої деревини.

Ключові слова: деревина, модифікована деревина, стиск, міцність.

Стан питання та мета досліджень. З розвитком суспільства з року в рік споживання деревини швидко зростає. Однак, на протиріччя цьому, наявність високоякісної деревини зменшується. Таке протиріччя змушує шукати альтернативу низькоякісним ресурсам для покращення їхніх властивостей, а також можливість якнайповнішого використання всієї наявної сировини з деревини. Однією з альтернатив є використання в будівництві модифікованої малоцінної деревини.

Застосування у будівництві клеєної деревини при зведенні будівель і споруд обґрунтовується високими техніко-технологічними показниками її властивостей як конструкційного матеріалу. На противагу роздрібненню і розосередженню вад суцільної деревини в об'ємі шарувата макробудова клеєної деревини покращує її якість і підвищує міцність.

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

Саме тому, метою досліджень став вплив полімерної композиції «СИЛОР» на деформаційні властивості клеєної деревини вздовж волокон. «СИЛОР» розроблений в НДЦ «Адгезив», є мономер, який при обробці деревини перетворюється в полімер. Початком досліджень впливу полімерної композиції «СИЛОР» на несучу здатність та деформативність цільної деревини вздовж та поперек волокон за дії статичного та повторних навантажень закладено в роботах [1,2].

Мета дослідження. Встановити вплив тривалості просочення дощатоклеєної деревини полімерною композицією «СИЛОР» на міцність та стиск вздовж волокон.

Конструкція експериментальних зразків. Дослідження проводилися на зразках 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 [3]. Сосна була вирощена в лісах Рівненської області. 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% [4] у термокамері на протязі трьох тижнів.

Для досягнення хорошої міцності клейових з'єднань дотримувалися такого режиму склеювання. Вологість заготовок була в межах 10 – 12 %, клас шорсткості поверхні деревини – не нижче 8-го [5]. Температура заготовок перед склеюванням була в межах 16 – 18 градусів. Клей наносили рівним шаром товщиною 0,1 – 0,15 мм за допомогою валика. Витрата резорцинового клею становила 0,2 кг / м² поверхні, що склеювалася. В'язкість клею визначали за допомогою віскозиметра, яким вимірювали час витікання (в секундах) 100 см³ клею при температурі 20 градусів. Після нанесення клею на обидві поверхні дошки-заготовки, що склеювали, складення пакету, деталі стискалися струбцинами на відстані 20-25см. При склеюванні дошки в пакет складалися так, щоб напрямок волокон співпадав. На кожен зразок було нанесено маркування.

Тривалість витримання пакету в запресованому стані становила 6 годин. Після чого ще витримували 48 годин після пресування до завершення повного процесу твердіння. При склеюванні деревини температура в приміщенні становила 18–20 градусів, а вологість повітря навколишнього середовища 50 – 60 %.

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.

Методика, проведення та результати досліджень. Випробування зразків проводилися у дві серії. Випробування першої серії було необхідне для встановлення руйнівного значення навантаження зразків (міцності) з клеєної деревини, а в другій - з метою встановлення руйнівного навантаження зразків з клеєної деревини модифікованих силором з різним терміном просочення.

Просочення дослідних зразків виконували по групах 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. Просочування за заданою тривалістю проводилося по три зразки-близнюки в кожній групі. Проникнення полімерної композиції «СИЛОР» в товщу зразків виконували 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 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 проводилося при температурі повітря 19°C. Після відведеного часу просочування призм виймали і просушували при температурі 18-21°C протягом двох днів. Властивості полімерної композиції приведено в таблиці 1. Детальне дозування та співвідношення компонентів приведено в патенті та технічних умовах [6,7].

Утворений твердий полімер є екологічно безпечний, не горючий і не токсичний та може використовуватися, як захисний гідроізоляційний шар, при використанні клеєної деревини в умовах експлуатації з підвищеною вологістю зовнішнього середовища (мостобудування, гідротехнічному будівництві, гірничій справі).

Перед просочуванням на бокові поверхні експериментальних зразків були наклеєні тензодатчики вздовж волокон – з базою 50 мм, поперек – з базою 20 мм (див.рис.1а). Для проведення випробувань по визначенню міцності клеєної модифікованої деревини був використаний універсальний гідравлічний прес УММ-50. На початку випробувань кожен із зразків з деревини був відцентрований спочатку по геометричних, а згодом по фізичних осях поперечного перерізу. Навантаження прикладались ступенями в 8-10% від передбачуваного руйнівного з врахуванням настанов та вимог [8,9]. Безпосередньо після прикладання кожного ступеня навантаження знімалися відліки з усіх тензодатчиків. Для реєстрації показів тензометричних датчиків використана тензометрична вимірювальна система СИИТ. На кожному ступені навантаження проводилася витримка не менше 3 хвилин. Руйнування модифікованої клеєної деревини проходило подібно до руйнування клеєної деревини з утворенням лінії ковзання [10] і найбільш характерний тип руйнування призм показано на рис.1б. Результати досліджень зміни міцності модифікованої клеєної деревини сосни в залежності від тривалості просочення композитним полімером «СИЛОР» приведені на рис.2.

Таблиця 1. Властивості полімерної композиції

Компоненти полімерної композиції	Поліізоціанат $O=C=N-\langle \rangle-CH_2-\langle \rangle-N=C=O$	Трихлор-етилфосфат $(ClCH_2CH_2O)_3PO$	Етилацетат $C_4H_8O_2$
Масова частка ізоціанатних груп, %	30,2 - 32,0	36,3 - 37,5	32,0 - 36,0
Густина (при $t=25^\circ C$), $г/см^3$	1,22-1,25	1,42-1,43	0,9
В'язкість (при $t=25^\circ C$), МПа·с	150-250	0,45	90-160
Загальний вигляд	Рідина коричневого кольору	Рідина коричневого кольору	Прозора рідина
Загальний вигляд після полімеризації	Плівка з рівною глянцевою поверхнею жовтуватого відтінку		
Час полімеризації при $t = 20^\circ C$	14- 24 год		
Час повного набору міцності	2 - 3 доби		
Рекомендована температура нанесення	18-21 $^\circ C$		

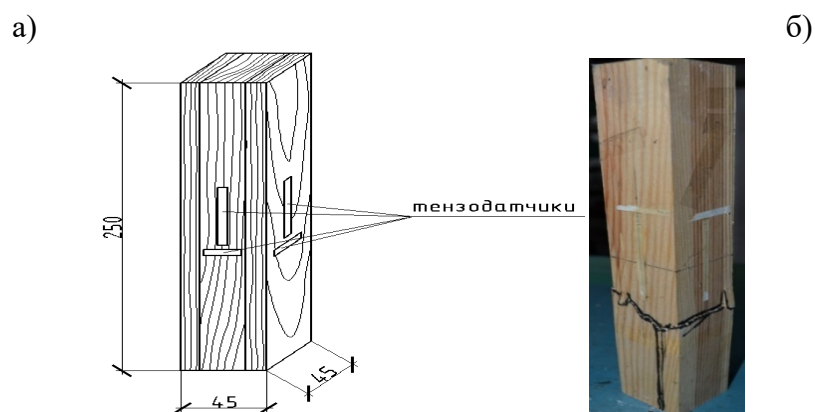


Рис 1. Дослідний зразок з схемою розташування тензодатчиків –а) та найбільш характерний тип руйнування призм з клеєної деревини модифікованої силором – б)

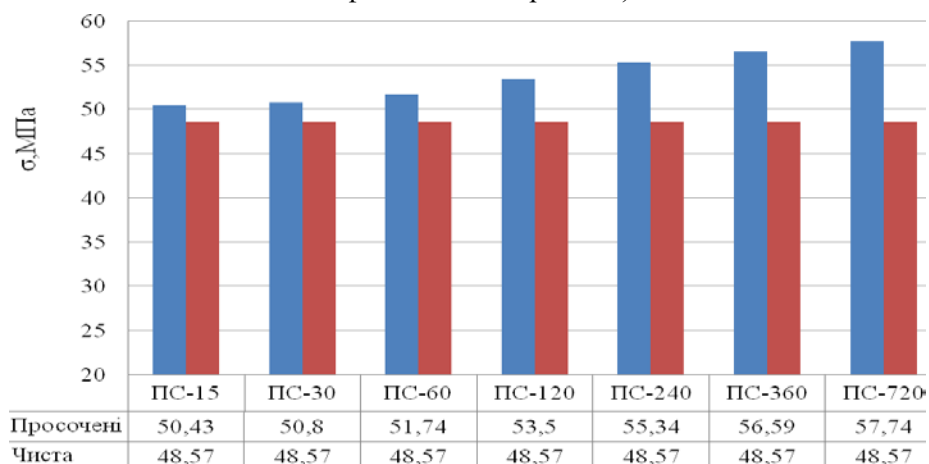


Рис. 2. Гістограма збільшення середніх значень тимчасової міцності зразків з модифікованої клеєної деревини в порівнянні зі зразком із звичайної деревини

Проведений аналіз результатів випробувань за середніми значеннями зразків кожної з груп експериментальних випробувань показав, що клеєна деревина модифікована полімерним композитом «СИЛОР» збільшує міцність матеріалу. Зі збільшенням тривалості часу просочення від 15 хвилин до 12 годин тимчасова короткочасна міцність модифікованої клеєної деревини постійно збільшувалася. При просочуванні на 15 хвилин вона збільшилася на 3,8% і це збільшення досягло 19% при просоченні з тривалістю в 12 годин. Тенденцію зміни приросту міцності клеєної деревини модифікованої полімерним композитом «СИЛОР» у відсотках приведено в таблиці 2.

Таблиця 2. Збільшення міцності зразків модифікованої деревини

№ п/п	Позначення зразків	Тривалість просочення, хв	Середнє руйнівне $f_{c,k}$, МПа	Відсоткове збільшення міцності, %
1	П-0	-	48,57	0
2	ПС-15	15	50,43	3,8
3	ПС-30	30	50,80	4,6
4	ПС-60	60	51,74	6,5
5	ПС-120	120	53,50	10,1
6	ПС-240	240	55,34	13,9
7	ПС-360	360	56,59	16,5
8	ПС-720	720	57,74	19,0

Висновки:

1. Отримані нові результати експериментальних досліджень роботи модифікованої полімерним композитом “СИЛОР” клеєної деревини сосни вздовж волокон за дії одноразових короткочасних навантажень.

2. Встановлено особливості впливу тривалості просочення полімерним композитом “СИЛОР” на міцність дощатоклеєної деревини при центральному стиску вздовж волокон.

3. Виявлено, що 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, уникнути просторової деформації стиснутої деревини і зміни кольору деревини, що не дають змогу отримати традиційні методи підсилення.

4. Виявлено, що 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, уникнути просторової деформації стиснутої деревини і зміни кольору деревини, що не в змозі зробити традиційні методи підсилення.

Библиографический список

1. Гомон С.С. Работа 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. ГОСТ 23551-79. Древесное сырье для изготовления модифицированной древесины. Технические условия. М.: Стройиздат.- 1979 – 15с.
4. ГОСТ 24329-80. Древесина модифицированная. Способы модифицирования. М.: Стройиздат.- 1980 – 16с.
5. Сафин Д.Р. Экспериментальные значения коэффициента жесткости соединений / Д.Р. Сафин, Р.Р. Хасанов // Известия КГАСУ. – 2006. №2(6). – С. 69-70.

6. Патент на винахід №40068 А України «Спосіб ізоляції і зміцнення та полімерна композиція для його здійснення “СИЛОР”», 16.07.2001 р., Бюл. №6.
7. ТУ У 24.1-19478158-001-2004. Композиція полімерна. Технічні умови.
8. ДСТУ EN 380-2008 Лісоматеріали конструкційні. Загальні настанови щодо методів випробування на статичне навантаження. 2008. - 8с.
9. Рекомендации по испытанию деревянных конструкций / ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. – М.: Стройиздат, 1976. – 28 с.
10. Тутурин С.В. Механическая прочность древесины/ Сергей Викторович Тутурин// Дис. д. т. н. – М.: МГУ, 2005. – 318с.

Надійшла до редакції 10.05.2017

С.С. Гомон, С.С. Гомон

Национальный университет водного хозяйства и природопользования, Украина, г. Ровно

А.В. Зинчук

Творческая производственная фирма «Триада», Украина, г. Ровно

ИССЛЕДОВАНИЯ МОДИФИЦИРОВАННОЙ СИЛОРом КЛЕЕНОЙ ДРЕВЕСИНЫ НА СЖАТИЕ ВДОЛЬ ВОЛОКОН

Проведены экспериментальные исследования и приведены одержанные результаты испытаний сухой клееной древесины сосны первого сорта и модифицированной клееной древесины (пропитанной полимерной композицией “СИЛОР”) при действии продольного сжатия. Дано характеристику исходных материалов, описано технологию изготовления исследуемых образцов и требования к ним. Приведено методику исследований, показано конструкцию исследуемых образцов призм из клееной древесины и размещение приборов. Установлено влияние срока пропитки клееной древесины полимерной композицией на прочность модифицированной древесины.

Ключевые слова: древесина, модифицированная древесина, сжатие, прочность.

S. Gomon, S. Gomon

National university of water and environment engineering, Ukraine, Rivne

A. Zinchuk

Creative production firm «Triada», Ukraine, Rivne

RESEARCH MODIFIED SILOR LAMINATED TIMBER IN COMPRESSION ALONG THE GRAIN

Experimental studies and the results obtained are presented of tests of dry glued wood pine first grade and modified laminated timber (impregnated polymer composition “SILOR”) for the action of longitudinal compression. The characteristic of the starting materials, described the technology of making prototypes and requirements. The method of research, given the design of prototypes prisms of plywood, shows the location of the devices. Influence of period of impregnation of laminated wood and polymer composition on the strength of the modified wood.

Key words: wood, modified wood, compression, strength.