

УДК 624.011.01

**ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ КЛЕЙОВИХ ШВІВ КОНСТРУКЦІЙ З
ДЕРЕВИНИ ЗА ДІЇ ПОВТОРНИХ НАВАНТАЖЕНЬ**

**ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ КЛЕЕВЫХ ШВОВ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ
ДРЕВЕСИНЫ ПРИ ДЕЙСТВИИ ПОВТОРНЫХ НАГРУЗОК**

**EXPLORATION OF WORK OF ADHESIVE SEAMS IN WOOD
CONSTRUCTIONS WHEN IT EFFECTS BY REPEATED LOADINGS**

**Гомон С.С., к.т.н., проф., Павлюк А.П., магістр, Гомон Л.П., старший
викладач** (Національний університет водного господарства та
природокористування, м. Рівне)

**Гомон С.С., к.т.н., проф., Павлюк А.П., магістр, Гомон Л.П., старший
преподаватель** (Національный университет водного хозяйства и
природопользования, г. Ровно)

**Gomon S.S., candidate of technical sciences, professor, Pavluk A.P., master,
Gomon L.P., senior lecturer** (National university of water management and
natural resources used, Rivne)

**Наведені результати експериментальних досліджень міцності та
деформативності клейових швів при сколюванні деревини вздовж
волокон за дії повторних навантажень.**

**Приведенны результаты экспериментальных исследований прочности и
деформативности клеевых швов при скалывании древесины вдоль
волокон при действии повторных нагрузок.**

**The article presents the results of experimental studies of strength and
deformability of the adhesive seams in split wood along the grain while
repeated loads.**

Ключові слова:

Деревина, міцність, деформації, повторні навантаження, клейовий шов.

Древесина, прочность, деформации, повторные нагрузки, клеевой шов.

Wood, strength, deformation, action repeated loadings, adhesive seam.

Вступ. Якісної деревини стає дедалі менше, і розумний шлях в цій ситуації – безвідходне використання сировини, підвищення якості виробів за допомогою сучасних технологій склеювання. Без сумнів, клеєна деревина є перспективним будівельним матеріалом, який все ще ховає великий потенціал і який можна назвати матеріалом нинішнього і майбутнього через його дегенеративність. Довговічність роботи такої деревини забезпечується

відповідно довговічністю клейових з'єднань з забезпеченням економічності, технологічності та екологічності виготовлення та експлуатації.

Стан питання та задачі дослідження. У більшості приведених на даний час відомих експериментальних дослідженнях клейових швів конструкції з деревини вивчалась їх робота за дії короткочасних та тривалих навантажень та вологості і температури навколишнього середовища експлуатації [1,2,3,4]. Існуючі на сьогоднішній день методики прогнозування міцності та довговічності анізотропного матеріалу [5] з клейовими швами базуються на побудованій математичній моделі довговічності клейових швів, що враховує рівень тривалих навантажень, вологість та температуру навколишнього середовища експлуатації [1], але не враховує змінність навантажень. Отже для забезпечення надійності будівельних конструкцій необхідно вивчати роботу таких конструкцій в умовах максимально наближено до реальних. В зв'язку з цим на сьогоднішній день великого значення набули дослідження міцнісних і деформативних характеристик клеєних дерев'яних елементів при дії повторних навантажень, бо при експлуатації значна кількість конструкцій знаходяться саме в таких умовах. Метою даної роботи є встановити вплив одноразових та повторних навантажень на роботу клейового шва конструкції з деревини при роботі на зсув вздовж волокон.

Методика досліджень. Для проведення випробувань клейових швів за дії повторних навантажень в лабораторії кафедри промислового, цивільного будівництва та інженерних споруд НУВГП було виготовлено зразки згідно [2,3,4]. Дослідні зразки вирізані з готової дощатоклеєної дерев'яної балки вологістю 12%. Балка виготовлена з дощок сосни першого сорту. В процесі підготовки до випробувань для визначення відносних деформацій волокон деревини вздовж клейового шва з обох сторін зразка приклеювалися тензодатчики [6], які були умовно поділені на ліві та праві, залежно від розташування відносно клейового шва. Для наклеювання тензодатчиків використовувався клей БФ-2. Місця розташування датчиків розмічались, в цих місцях деревина попередньо з попередньо ґрунтувалась. Для всіх випадків використовували тензорезистори базою 10 мм.

Випробування виконувалося за допомогою тензометричної системи СІИТ-3М та пресу. На початку випробувань кожен із зразків з деревини відцентровувався. Зразок закріплювали за допомогою притискного гвинта таким чином, щоб напрямок клейового шва і волокон деревини співпадав з напрямком дії навантаження.

Схема розташування тензодатчиків та геометричні розміри зразків зображена на рис.1.

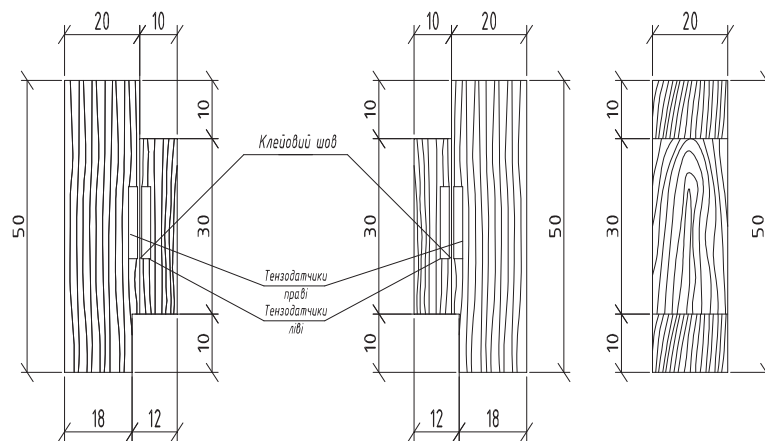


Рис.1. Геометричні розміри зразків та схема розташування тензодатчиків

Результати досліджень. Для встановлення середнього руйнівного навантаження клейового шва при дії одноразового навантаження було випробувано чотирнадцять дослідних зразків. Навантаження прикладалося ступенями $0,1F_{ск}$ з витримкою на кожному ступені для зняття показів, від нуля до руйнівного значення. зразки давались ступенями, від нуля до руйнівного значення. Середнє значення руйнівного навантаження дорівнює $F_{ск} = 3.69$ кН. На основі визначеного руйнівного навантаження було складено режими роботи наступних дослідних зразків при роботі за повторних навантажень (див.табл.1). На першому, другому, п'ятому, десятому, двадцять п'ятому, п'ятдесятому(далі через кожні п'ятдесят) циклах проводилося ступінчате прикладання навантаження. На кожному ступені навантаження надавалась витримка 10 хвилин та виконували вимірювання деформацій волокон деревини у поздовжньому напрямках з обох сторін клейового шва та встановлювалося наявність пошкоджень [7].

Табл. 1
Режими роботи дослідних зразків

Назва зразка	Рівень навантаження, η	Кількість циклів, n
КШ 1 ... 14	Короткочасне	Одноразове
КШ 15(0,2-0,4)	$(0,2 \dots 0,4) F_{ск}$	100
КШ 16(0,2-0,5)	$(0,2 \dots 0,5) F_{ск}$	100
КШ 17(0,2-0,6)	$(0,2 \dots 0,6) F_{ск}$	500
КШ 18(0,2-0,7)	$(0,2 \dots 0,7) F_{ск}$	500
КШ 19(0,2-0,8)	$(0,2 \dots 0,8) F_{ск}$	17-25
КШ 20(0,2-0,9)	$(0,2 \dots 0,9) F_{ск}$	6-12

Зразки КШ 15(0,2-0,4) та КШ 16(0,2-0,5) були зруйновані після 100 циклів навантаження-розвантаження, так як матеріал пристосувався до роботи в таких умовах і приріст деформацій волокон деревини біля клейового шва був відсутній. Зразки КШ 17(0,2-0,6) та КШ 18 (0,2-0,7) були зруйновані після 500 циклів прикладення навантаження, оскільки приріст деформацій також був незначний. При режимі роботи $\eta=(0,2\dots 0,8)$ $F_{ск}$ зразки КШ 19(0,2-0,8), КШ 19а(0,2-0,8) руйнувалися на 17-25 циклах, зразки КШ 20 (0,2-0,9), КШ 20а (0,2-0,9) при режимі роботи $\eta=(0,2\dots 0,9)$ $F_{ск}$ зруйнувалися на 6-12 циклах випробувань.

На першому циклі роботи зразка КШ15 (0,2-0,4) пройшов перерозподіл напружень зі зміною знака деформацій в шарах деревини близьких до клейового шва, а в подальшому деформації протягом всіх циклів випробувань були незмінними (див.рис.2).

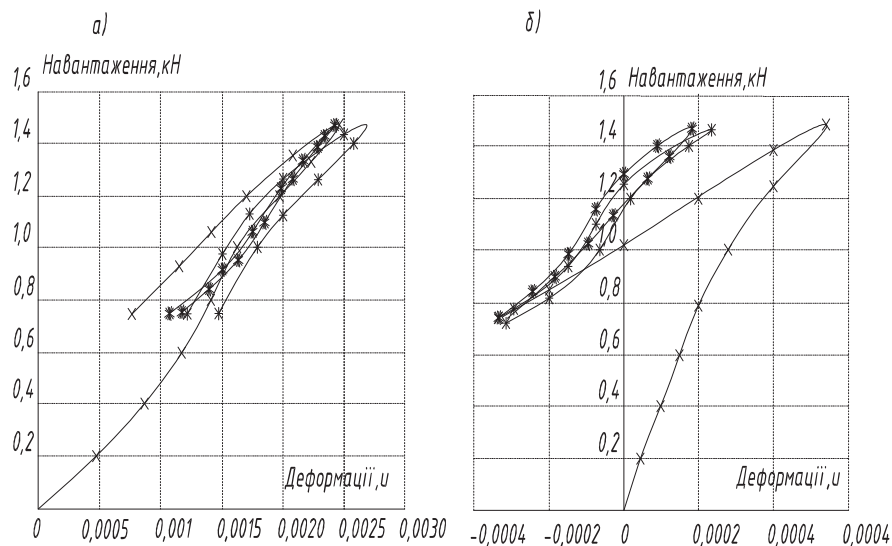
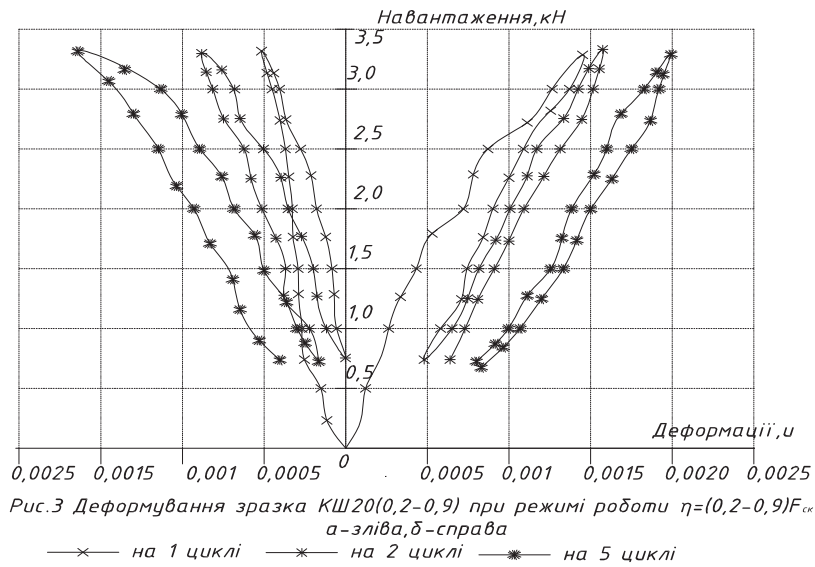


Рис.2 Деформування зразка КШ15(0,2-0,4) при режимі роботи $\eta=(0,2-0,4)F_{ск}$
а-зліва; б-справа

—x— на 1 циклі —*— на 50 циклі —*— на 100 циклі

Графік деформування зразка КШ 20 (0,2-0,9) зображено на рис.3.



З графіка видно, що при роботі клейових швів в деревині на високих режимах завантажень повторними навантаженнями проходить суттєве зростання відносних деформацій поблизу цих швів на кожному із циклів прикладення навантажень та їх накопичення, що спричиняє руйнування зразків на одному з режимів завантаження.

Всі дослідні зразки руйнувались лише по деревині поблизу клейового шва. Руйнування зразка КШ 19(0,2-0,8) зображено на рис.4.



Рис. 4. Руйнування зразка КШ 19(0,2-0,8)

Висновки. В результаті проведених досліджень були отримані нові експериментальні дані щодо несучої здатності і деформативності деревини поблизу клейових з'єднань дерев'яних елементів, які працюють в умовах повторних навантажень. Було досліджено роботу клейових з'єднань на рівнях навантаження від $(0,2 \dots 0,4) F_{ск}$ до $(0,2 \dots 0,9) F_{ск}$ і в результаті чого можна зробити наступні висновки:

1. Середнє руйнівне значення сколювання при одноразовому навантаженні становило $F_{ск}=3,69$ кН.

2. Руйнівне навантаження зразків КШ 15(0,2-0,4) та КШ (0,2-0,5) після 100 циклів в порівнянні з середнім значенням збільшилося і становило 4,15 кН та 4,63 кН відповідно за рахунок пристосування матеріалу до роботи в таких умовах.

3. Руйнівне навантаження зразка КШ 17(0,2-0,6) після 500 циклів також не зменшилося і становило 3,75 кН, так як режим роботи матеріалу був близький до межі пристосування [8].

4. Руйнівне навантаження зразка КШ 18(0,2-0,7) після прикладання розрахункового числа повторних навантажень зменшилося на 10% і становило 3,32 кН.

5. Зразки КШ 19(0,2-0,8) та КШ 20(0,2-0,9) зруйнувались на 17-25 та на 6-12 циклах відповідно.

1. Assjс. Prof. B. Ya. Kshyvetskyu. Modeling of the influence of atmospheric moisture cyclic action on the durability of thermoplastic adhesive wood joint/ В. Ya. Kshyvetskyu// Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість: міжнародний науково-технічний збірник.-Львів: НЛТУ України.-2011.-Вип.37.-Сю75-80.2. ДСТУ EN392-2001. Лісоматеріали клеєні шаруваті. Випробування клейових швів.3. Рекомендації по испытанию деревянных конструкций / ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. – М.: Стройиздат, 1976. – 28 с.4. ГОСТ 15613.1-77 Древесина клееная массивная. Методы определения предела прочности клеевого соединения при скаливании вдоль волокон. –М.:Стройиздат, 1977.-18 с.5. Ашкенази Е.К. Анизотропия конструкционных материалов / Е.К. Ашкенази, Э.В. Ганов. – Ленинград: Машиностроение, 1980. – 247с.6. ГОСТ 21615–76 Тензорезисторы. Методы определения характеристик.-М.: Стройиздат,1976 - 10с7. Рекомендации по контролю качества клеевых соединений деревянных клееных конструкций/ ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. – М.: Стройиздат, 1981. – 18 с.8. Гомон С.С. Малоциклова витривалість деревини повторними навантаженнями/ С.С. Гомон, Т.А. Сасовський// Современные строительные конструкции из металла и древесины: Сб.науч.труд. - Одесса, ОГАСА, 2011.-№15,ЧЗ.- С.18-22.