

УДК 624.011:539.3

ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕЯКИХ МЕХАНІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ДЕРЕВИНИ СОСНИ ЗА ЖОРСТКОГО РЕЖИМУ ВИПРОБУВАНЬ

П. Гомон, к. т. н.

ORCID ID: 0000-0002-5312-0351

Національний університет водного господарства та природокористування

<https://doi.org/10.31734/architecture2022.23.041>

Гомон П. Дослідження деяких механічних показників деревини сосни за жорсткого режиму випробувань

Детально проаналізовано вітчизняні та закордонні праці з дослідження фізико-механічних властивостей листяних і хвойних порід деревини осьовим стиском уздовж волокон.

Запропоновано методику експериментальних досліджень деревини сосни одноразовим короточасним навантаженням на стиск уздовж волокон, яка дає змогу випробовувати такі матеріали за жорсткого режиму (за приростом переміщень). Установлено, що такі експериментальні дослідження необхідно проводити на сучасних сервогідролічних або електромеханічних випробувальних машинах і пресах.

Проведено експериментальні дослідження матеріалів деревини сосни перерізом $30 \times 30 \times 120$ мм стандартної вологості 12 % за жорсткого режиму випробувань (за приростом переміщень) осьовим стиском уздовж волокон на сучасній сервогідролічній випробувальній машині СТМ-100. На основі проведеного експерименту побудовано повні діаграми деформування «напруження σ_c – відносні деформації u_c » деревини сосни.

Експериментально встановлено середні відносні критичні деформації деревини сосни $u_{c,0,d}$ та їх відповідні максимальні напруження $f_{c,0,d}$. Визначено залишкові відносні деформації таких матеріалів $u_{c,fin}$ та їх відповідні напруження.

Установлено середні значення отриманих показників, зокрема середнє значення критичних деформацій становить $u_{c,0,d} = 0,00342$; максимальних напружень $f_{c,0,d} = 39,5$ МПа; залишкових відносних деформацій $u_{c,fin} = 0,301$.

Підтверджено, що діаграми деформування деревини «напруження σ_c – відносні деформації u_c » мають висхідну та спадну гілки, а також характерні точки на певних ділянках.

За допомогою таких повних механічних характеристик можна встановити дійсний напружено-деформований стан армованих і неармованих дерев'яних елементів та конструкцій і провести відповідні розрахунки.

Ключові слова: деревина, стиск, діаграми деформування, максимальні напруження, критичні та залишкові деформації.

Homon P. Investigation of some mechanical properties of pine wood under a rigid test mode

Domestic and foreign works on the study of physical and mechanical properties of deciduous and coniferous wood by axial compression along the fibers are analyzed in detail.

A method of experimental studies of pine wood with a single short-term compressive load along the fibers is proposed. It allows to test such materials under a rigid mode (by increasing displacements). It is established that such experimental researches should be carried out on modern servohydraulic or electromechanical testing machines and presses.

Experimental studies of pine wood materials with a cross section of $30 \times 30 \times 120$ mm with a standard humidity of 12 % under a rigid test mode (by increasing displacements) by axial compression along the fibers on a modern servohydraulic test machine STM-100. Based on the experiment, complete diagrams of the deformation «stress σ_c – relative deformations u_c » of pine wood were constructed.

The average relative critical deformations of pine wood $u_{c,0,d}$ and their corresponding maximum stresses $f_{c,0,d}$ were experimentally established. The residual relative deformations of such materials $u_{c,fin}$ and their corresponding stresses are also determined.

The average values of the obtained indicators were established, in particular the average value of critical deformations was $u_{c,0,d} = 0,00342$; maximum stresses $f_{c,0,d} = 39.5$ MPa; residual relative deformations $u_{c,fin} = 0,301$.

It is confirmed that the diagrams of wood deformation «stress σ_c – relative deformations u_c » have ascending and descending branches, as well as have characteristic points in certain areas.

With the help of such complete mechanical characteristics it is possible to determine the actual stress-strain state of reinforced and non-reinforced wooden elements and structures and to perform appropriate calculations.

Key words: wood, compression, deformation diagrams, maximum stresses, critical and residual deformations..

Постановка проблеми. Матеріали, елементи та конструкції з деревини використовують у промисловому, цивільному та гідротехнічному будівництві. Тому дуже важливо володіти інформацією про їх дійсні механічні властивості, що дає змогу надалі правильно розраховувати їх за першою та другою групами граничних станів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Донедавна матеріали з деревини ми могли дослідити тільки в експлуатаційному режимі роботи, тобто коли вони зазнають навантажень до 60–70 % від максимальних напружень [1; 2]. Але в сучасних розрахунках елементів і конструкцій цього недостатньо, оскільки необхідно мати дійсні значення критичних [6], граничних [4], а в деяких випадках – і залишкових деформацій та їх відповідні значення напружень. Такі характеристики можна отримати тільки тоді, коли ми випробовуємо матеріали за жорсткого режиму випробувань (за приростом переміщень) [11].

Постановка завдання. Наше завдання – визначити деякі дійсні механічні показники деревини сосни експериментальним шляхом за жорсткого режиму випробувань осьовим стиском уздовж волокон.

Методика експериментальних досліджень. Для досліджень використано деревину сосни перерізом $30 \times 30 \times 120$ мм віком 35–40 років I сорту без пошкоджень. Матеріал вирощено в лісах Рівненської області. Експериментальні дослідження виконано за стандартної вологості 12 %. Попередньо заготовлені бруси висушено в сушильних камерах у заводських умовах до необхідної вологості та згодом розрізано на призми заданих розмірів.

Експериментальні дослідження проведено на сучасному випробувальному пресі СТМ-100 за жорсткого режиму випробувань (за приростом переміщень) [4; 6; 7; 11] згідно з чинними стандартами [8; 9]. Максимальне навантаження преса становить 10 т. Таке обладнання є автоматизованим і дає змогу досліджувати матеріали від початку завантаження зразків і до їх повного руйнування. Призми випробовувалися осьовим стиском уздовж волокон за короткочасного навантаження. Швидкість деформування становила 2 мм/хв. Загальна кількість досліджених зразків – 6 шт. (рис. 1).

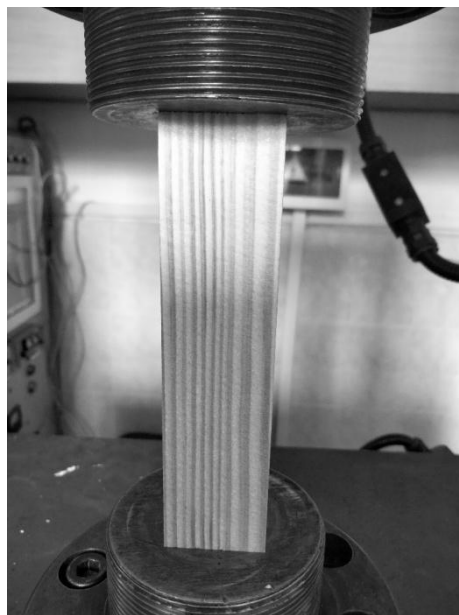


Рис. 1. Призма деревини сосни перерізом $30 \times 30 \times 120$ мм

Виклад основного матеріалу. На основі проведеного експерименту побудовано повні діаграми деформування «напруження σ_c – відносні деформації u_c » (рис. 2) та встановлено основні механічні показники досліджуваних матеріалів.

З експерименту та рис. 2 встановимо критичні деформації $u_{c,0,d}$ (верхня точка діаграми) та відповідні максимальні напруження $f_{c,0,d}$ всіх досліджуваних зразків сосни, а також залишкові відносні деформації $u_{c,fin}$ (табл. 1).

Також встановлено середні значення отриманих показників, зокрема середнє значення критичних деформацій становить $u_{c,0,d}=0,00342$; максимальних напружень $f_{c,0,d}=39,5$ МПа; залишкових відносних деформацій $u_{c,fin}=0,301$ (див. табл.).

За середніми значеннями побудуємо діаграму деформування «напруження σ_c – відносні деформації u_c » (рис. 3).

Проаналізуємо отримані діаграми та результати.

Отже, як відображено на рис. 1 та 2, діаграма має висхідну та спадну вітки. Такі діаграми отримали ми [5; 7] і закордонні вчені [10; 12]. Ці діаграми мають декілька характерних точок, які можна визначити у графоаналітичний спосіб – це критичні відносні деформації $u_{c,0,d}$ та відповідні максимальні напруження $f_{c,0,d}$, а також залишкові деформації $u_{c,fin}$ та відповідні напруження $\sigma_{c,fin}$ (це крайні точки спадної вітки діаграми, за яких зразок повністю руйнується).

Граничні відносні деформації деревини $u_{c,i}$ знаходяться на спадній вітці та відповідають відносним деформаціям згинального дерев'яного

елемента, який має максимальне значення моменту. Граничні відносні деформації можна визначити методиками, які наведені в роботах [3; 4].

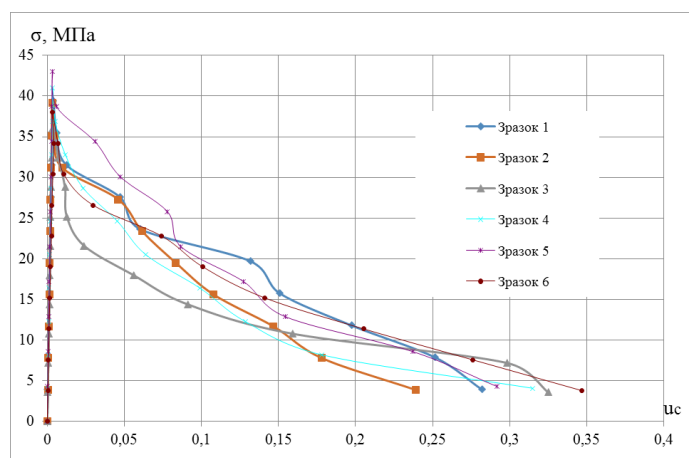


Рис. 2. Повні діаграми деформування «напруження σ_c – відносні деформації u_c » деревини сосни

Таблиця 1

Критичні деформації деревини сосни $u_{c,0,d}$ та їх відповідні максимальні напруження $f_{c,0,d}$

№ _{з/п}	Порода деревини	Номер зразка	Критичні відносні деформації, $u_{c,0,d}$	Максимальні напруження, $f_{c,0,d}$, МПа	Залишкові деформації, $u_{c,fin}$
1	Сосна	Зразок 1	0,00385	39,8	0,283
2	Сосна	Зразок 2	0,00356	39,4	0,239
3	Сосна	Зразок 3	0,00314	36,0	0,325
4	Сосна	Зразок 4	0,00328	41,0	0,316
5	Сосна	Зразок 5	0,00341	42,9	0,293
6	Сосна	Зразок 6	0,00327	38,1	0,347
7	Сосна	Середнє значення	0,00342	39,5	0,301

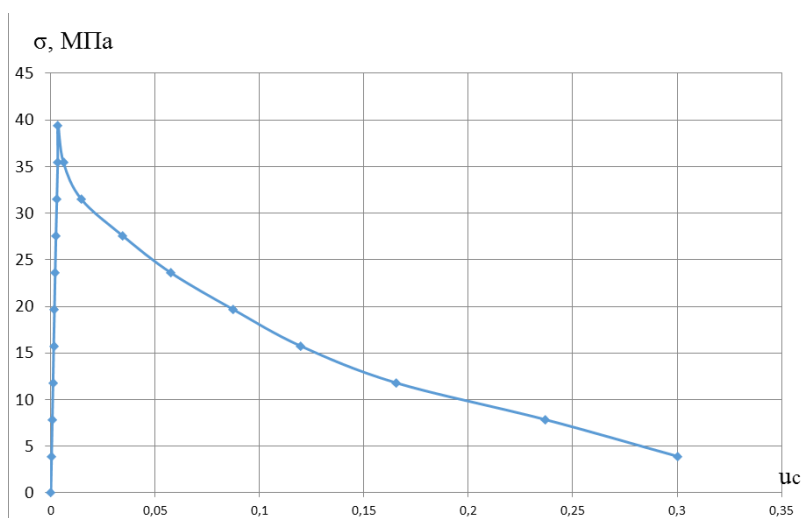


Рис. 3. Повна діаграма деформування «напруження σ_c – відносні деформації u_c » деревини сосни (середні значення)

За допомогою таких повних механічних характеристик можна встановити дійсний напружено-деформований стан армованих і неармованих дерев'яних елементів та конструкцій і провести відповідні розрахунки.

Висновки. Проведено експериментальні дослідження зразків деревини сосни за жорсткого режиму випробувань на сучасній сервогідролічній випробувальній машині СТМ-100 на стиск уздовж волокон. Побудовано повні діаграми деформування «напруження σ_c – відносні деформації u_c » та визначено основні характеристики. Експериментальним шляхом встановлено критичні відносні деформації деревини сосни та їх відповідні максимальні напруження, а також залишкові відносні деформації та їх відповідні напруження.

Бібліографічний список

1. Белянкі Ф. П., Яценко В. Ф. Деформативність і спротивляемість деревини як упруго-в'язко-пластического тела: монографія. Київ: Изд-во АН УССР, 1957. 200 с.
2. Быков В. В. Экспериментальные исследования прочности и деформативности древесины сибирской лиственницы при сжатии и растяжении вдоль волокон с учетом длительного действия загрузки. *Известия вузов. Строительство и архитектура*. 1967. № 8. С. 3–8.
3. Гомон П. С. Апроксимація діаграми «момент-кривина» дерев'яних армованих та неармованих балок прямокутного перерізу. *Містобудування та територіальне планування*. 2021. № 78. С. 157–165.
4. Гомон С. С. Математическая модель определения предельных деформаций лиственных и хвойных пород. *Science and Education a New Dimension. Natural and Technical Sciences*. Budapest, 2020. Ser. VII (29). Issue 238. P. 46–50.
5. Гомон С. С., Гомон П. С. Побудова дійсних діаграм механічного стану деревини « σ - u » суцільного перерізу ялини та берези за жорсткого режиму випробувань. *Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди*. Рівне: НУВГП, 2020. Вип 38. С. 321–330.
6. Гомон С. С., Гомон П. С., Верешко О. В. До визначення критичних деформацій хвойних та листяних порід деревини. *Містобудування та територіальне планування*. Київ: КНУБА, 2020. Вип. 73. С. 78–87.
7. Гомон С., Гомон П., Караван В. Експериментальні дослідження хвойних та листяних порід деревини одноразовим короткочасним навантаженням на стиск вздовж волокон за жорсткого режиму випробувань. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Архітектура і сільськогосподарське будівництво*. 2020. № 21. С. 34–40.
8. ДСТУ 3129:2015. Деревина. Методи відбору зразків і загальні вимоги до фізико-механічних випробувань невеликих бездефектних зразків. Київ: Мінрегіон України, 2016. 9 с.
9. ДСТУ EN 380-2008. Лісоматеріали конструкційні. Загальні настанови щодо методів випробування на статичне навантаження. Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. 8 с.
10. Da Silva A., Kyriakides S. Compressive response and failure of balsa wood. *International Journal of Solids and Structures*. Vol. 44, iss. 25–26. P. 8685–8717.
11. Gomon S. S., Savchuck V. O., Melnyk Yu. A., Vereshko O. V. Modern testing machines for investigation of wood and timber-based composite materials. *Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві*. Луцьк, 2020. Вип. 14. С. 73–80.
12. Inelastic bending performances of laminated bamboo beams: experimental investigation and analytical study / A. Zhou, Y. Bian, Y. Shen, D. Huang, M. Zhou. *Bio Resources*. 2018. 13 (1). P. 131–146.

Стаття надійшла 06.07.2022