

## ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ ДЕРЕВИНИ ІЗ СУХОСТІЙНИХ ДЕРЕВ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ У ВИРОБНИЦТВІ КОНСТРУКЦІЙНИХ ПИЛОМАТЕРІАЛІВ

---

**Н. В. МАРЧЕНКО**, кандидат технічних наук, доцент,  
*orcid.org/0000-0003-1826-930X*

**С. В. НОВИЦЬКИЙ**, асистент, *orcid.org/0000-0001-7849-0212*

**С. М. МАЗУРЧУК**, кандидат технічних наук,  
*orcid.org/0000-0002-6008-9591*

Національний університет біоресурсів і природокористування України  
E-mail: [nv\\_marchenko@ukr.net](mailto:nv_marchenko@ukr.net)

У статті наведено основні результати визначення показників фізико-механічних властивостей деревини, що були отримані у процесі проведення експериментальних досліджень за міжнародними стандартами ISO та міждержавними ГОСТ на малих «чистих» зразках деревини вологістю 12 % із сухостійних і неослаблених всиханням дерев сосни звичайної. На основі експериментальних досліджень визначено показники щільності за ISO 13061-2 неослабленої всиханням і сухостійної деревини сосни з деревостанів I, II і III груп всихання. Отримано залежність модуля Юнга від щільності деревини для неослабленої всиханням і сухостійної деревини з деревостанів I, II і III груп всихання.

Для встановлення основних характеристичних показників міцності та жорсткості деревини сосни звичайної як матеріалу виконано експериментальні дослідження з визначення впливу температури термічного оброблення (77 та 120 °C) на механічні властивості деревини, а саме: на межу міцності та модуль пружності за статичного згинання, а також межу міцності за стискання вздовж волокон. Експериментальні дослідження проведено на зразках неослабленої всиханням і сухостійної деревини сосни з деревостанів I, II і III груп всихання згідно з методиками ISO 13061-4, ISO 13061-3 та ISO 13061-17. Встановлено, що показники міцності та жорсткості зразків деревини з деревостанів I групи всихання та неослаблених всиханням, оброблених за температур 77 та 120 °C, відрізняються незначно – в межах 1–5 %, що дає змогу розглядати таку деревину як конструкційний матеріал. Подано регресійні рівняння залежності межі

міцності за статичного згинання від модуля пружності за статичного згинання неослаблених всиханням дерев та деревини з сухостійних дерев I групи всихання.

**Ключові слова:** конструкційний пиломатеріал, деревина із сухостійних дерев, сосна звичайна, групи всихання, фізико-механічні властивості, візуальне та механічне сортування.

**Актуальність і аналіз останніх досліджень.** Упродовж останнього десятиріччя внаслідок змін клімату обсяги всихання деревостанів набули значних масштабів у розрізі більшої частини Європи, а за минулі п'ять років – особливо на територіях України, Білорусі, Польщі та Німеччини тощо. Цей процес стає глобальним і несе великі загрози. Станом на початок 2019 р. загальна площа всихання насаджень досягла 413 тис. га, з яких сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.), яка є основною лісоутворювальною породою України, – 222 тис. га.

Основним засобом запобігання масовому всиханню є рубки догляду за лісом, у результаті яких отримують значну кількість необробленої деревини, яку класифікують як сухостійну. Лісоматеріали із сухостійних дерев характеризуються мікологічними та інсектицидними ураженнями, тріщинами тощо, вплив яких на міцнісні та експлуатаційні характеристики деревної продукції нині мало досліджено. Значно нижча вартість лісоматеріалів із сухостійних дерев сосни звичайної, порівняно з лісоматеріалами із неослаблених всиханням дерев, перетворює таку сировину на привабливу з економічного погляду.

Брак характеристик такої деревини унеможливує прогнозування її поведінки у процесі оброблення та експлуатації і, відповідно, ускладнює визначення напрямів її раціонального використання. Оцінка фізико-механічних властивостей конструкційних

елементів із деревини із сухостійних дерев є актуальним і малодослідженим завданням, вирішення якого сприятиме підвищенню ефективності використання такої деревини у будівництві.

Одним із можливих напрямів використання сухостійної деревини сосни може бути виробництво пиломатеріалів конструкційного призначення. Про це свідчить розвиток масового дерев'яного домобудування в Західній Європі та Північній Америці, який змусив спеціалістів переглянути підходи до відбору пиломатеріалів, що використовуються як елементи будівельних конструкцій, де зовнішній вигляд не має вирішального значення.

Конструкційними називають пиломатеріали (structural timber), які мають певний клас міцності згідно з (EN 338:2016, 2016). Такий сегмент пиломатеріалів виник у середині 1960-х рр., коли лісопромислові підприємства країн-імпортерів напівфабрикатів із деревини, зокрема Великої Британії, зрозуміли, що внаслідок зростання дефіциту й підвищення вартості пиломатеріалів деревина втрачає конкурентоспроможність порівняно з іншими будівельними матеріалами. Під час відповідних досліджень було доведено, що у разі оцінки якості пиломатеріалів не за видимими ознаками деревини, а за їхніми міцнісними характеристиками істотно розширюються ресурси для будівництва, з'являється можливість знизити деревинність конструкцій у середньому на 18 % у результаті підвищення точнос-

ті будівельних розрахунків (Goldstein, 1975, Saldaeva & Tsvetkova, 2014).

Дослідження, проведені на експортних пиломатеріалах, які за візуальним сортуванням було віднесено до 4-го і 5-го класів якості, показали, що за механічного сортування згідно з британським стандартом (BS EN 14081-2:2005, 2005) ці пиломатеріали можна віднести до конструкційних, а саме: 77–87,8 % соснових і 88–99,5 % ялинових пиломатеріалів (Rohanova, 2009). Тобто візуальний спосіб оцінювання якості пиломатеріалів не сприяє їх якісному використанню.

Нині в Європі використовують велику кількість різних правил візуального сортування за міцністю, однак у країнах Європейського Союзу (ЄС), де введено стандарти на конструкційні пиломатеріали, найбільший попит мають конструкційні пиломатеріали, піддані механічному сортуванню за міцністю згідно з (Toshiaki, 2014).

На сьогодні в Україні якість пиломатеріалів, у тому числі конструкційного призначення, визначають на основі візуального огляду. Оцінювання якості конструкційних пиломатеріалів за фізико-механічними характеристиками дасть змогу ефективніше й раціональніше використовувати деревні ресурси, особливо низьких сортів, до яких також належить сухостійна деревина.

На сьогодні найбільшу кількість досліджень показників фізико-механічних властивостей вітчизняних промислових порід деревини (зокрема сосни звичайної) виконано за міждержавними стандартами на малих «чистих» зразках. Тому доцільним є проведення експериментальних досліджень на малих «чистих» зразках деревини із сухостійних і неослаблених всиханням дерев за міждержавними стандартами ISO для встановлення значень показників фізи-

ко-механічних властивостей деревини сосни звичайної як матеріалу та порівняння з чинною нормативною базою даних (GSSSD 69-84, 1985).

**Мета дослідження:** експериментальне обґрунтування можливості використання деревини із сухостійних дерев сосни звичайної як конструкційного пиломатеріалу.

**Матеріали і методи дослідження.** Згідно з ДСТУ EN 338:2004 «Лісоматеріали конструкційні. Класи міцності» основним показником міцності деревини є межа міцності за статичного згинання, жорсткості – модуль пружності за статичного згинання. Інші параметри міцності (межа міцності за розтягування, стискання тощо) згідно з ДСТУ prEN 384:2001 «Лісоматеріали конструкційні. Визначення характеристичних значень механічних властивостей» (prEN 384:2000, IDT) розраховують за показниками межі міцності та модуля пружності за статичного згинання, а також нормалізованої щільності. Для використання конструкційних пиломатеріалів у будівельній галузі необхідно знати характеристичні значення показників їхніх фізико-механічних властивостей, які мають відповідати квантілю статистичного розподілу характеристики лісоматеріалу, який, як правило, є 5-процентильним (DSTU prEN 384:2001, 2003).

Для оцінки характеристичних властивостей деревини сосни звичайної як матеріалу та її фізико-механічних показників виконано серії досліджень з визначення: модуля Юнга (динамічний модуль пружності) ультразвуковим методом; модуля пружності та межі міцності за статичного згинання; межі міцності за стискання вздовж волокон; нормалізованої щільності.

Для визначення динамічного модуля пружності (модуля Юнга) вимірювали швидкість проходження звукової

хвилі через зразок деревини вздовж волокон (GOST 16483.31-74, 1999) за допомогою пристрою для генерування ультразвукових коливань УК-10 ПМС. Методикою дослідження передбачено визначення за щільності зразків деревини вологістю 12 % (ISO 13061-2:2014, 2014). Суть методу полягає у визначенні за відповідної вологості деревини маси й об'єму зразка та обчисленні показника щільності. Вологість зразків визначали сушильно-ваговим методом (DSTU 4922:2008, 2009).

Для встановлення основних характеристикних показників міцності та жорсткості деревини сосни звичайної як матеріалу виконано експериментальні дослідження з визначення впливу температури термічного оброблення (77 та 120°C) на механічні властивості деревини. Вибір таких температур оброблення зумовлений параметрами кінцевих етапів сушіння соснових пиломатеріалів завтовшки 20 мм за м'яким та форсованим режимами сушіння (GOST 19773-84, 2009).

Термічне оброблення проводили на зразках неослабленої всиханням і сухостійної деревини сосни із середньою початковою вологістю 35 % до кінцевої вологості 12 %. Після завершення процесу термічного оброблення за допомогою розривної машини Р-5 було проведено дослідження з визначення показників фізико-механічних властивостей малих «чистих» зразків деревини сосни звичайної згідно з методиками (ISO 13061-4:2014, 2014; ISO 13061-3:2014, 2014; ISO 13061-17:2017, 2017).

Для виготовлення зразків було відібрано деревину неослаблених всиханням і сухостійних дерев сосни із зони Українського лісостепу та південної частини Полісся на переході в Лісостеп. Сухостійні дерева за (TU U 16.1-00994207-001:2018, 2019) було віднесено до трьох груп, які характеризуються

такими ознаками: I група – наявні усі компоненти наземної біомаси; II група – у верхівковій частині немає понад 50 % дрібних гілок (менше ніж 1 см); III група – у верхівковій частині немає дрібних гілок (не більше ніж 1 см) і понад 50 % грубих гілок (більше ніж 1 см) (рис. 1).

Методичну сітку проведення дослідів наведено в табл. 1.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Встановлено зменшення показника модуля Юнга для сухостійної деревини, на відміну від неослабленої всиханням, у межах від 11 % для зразків I групи всихання до 21 % для III групи всихання. Результати експериментів з визначення показників модуля Юнга та нормалізованої щільності подано в табл. 2.

За результатами досліджень отримано залежність модуля Юнга від щільності деревини (рис. 2), яку можна описати такими рівняннями для деревини з деревостанів:

- неослаблених всиханням –  

$$E_{д(нв)} = 0,0176 \cdot \rho_{12} + 4,416; \quad (1)$$

- I групи всихання –  

$$E_{д(I)} = 0,0232 \cdot \rho_{12} + 1,569; \quad (2)$$

- II групи всихання –  

$$E_{д(II)} = 0,0263 \cdot \rho_{12} + 0,410; \quad (3)$$

- III групи всихання –  

$$E_{д(III)} = 0,0235 \cdot \rho_{12} + 0,106; \quad (4)$$

де  $E_d$  – модуль Юнга, ГПа;  $\rho_{12}$  – нормалізована щільність зразків, кг/м<sup>3</sup>.

Адекватність математичних моделей було перевірено за критерієм Фішера, який склав: для рівняння (1) –  $F_{розр} = 0,72 < F_{табл} = 2,97$ ; для рівняння (2) –  $F_{розр} = 0,92 < F_{табл} = 2,97$ ; для рівняння (3) –  $F_{розр} = 1,09 < F_{табл} = 2,97$ ; для рівняння (4) –  $F_{розр} = 1,55 < F_{табл} = 2,97$ . Коефіцієнт кореляції для рівнянь (1–4) лежить у межах  $R = 0,77–0,93$ .

Аналогічну лінійну залежність показника модуля Юнга від нормалізованої щільності наведено у праці (Тамбі, 2015).

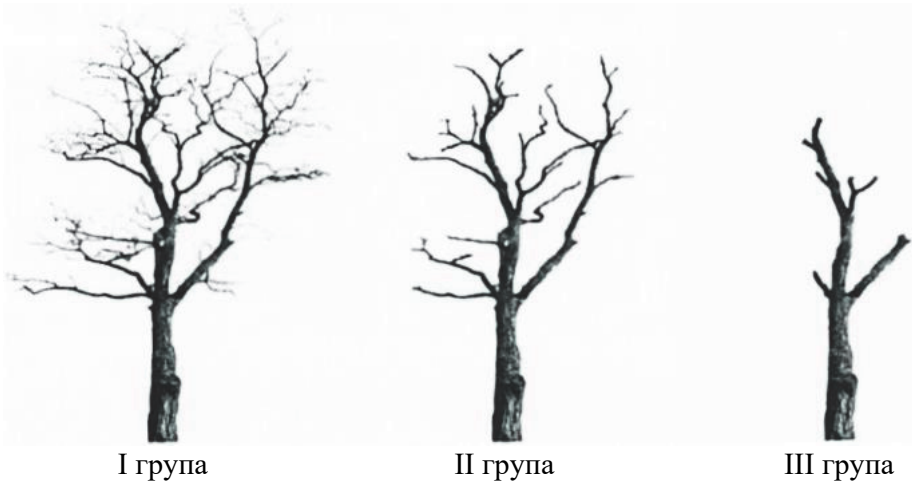


Рис. 1. Візуальні ознаки груп всихання деревостанів згідно з (TU U 16.1-00994207-001:2018, 2019)

**1. Методична сітка проведення досліджень із визначення показників фізико-механічних властивостей малих «чистих» зразків деревини сосни**

Назва показника	Стандарт	Кількість зразків, шт.	Розміри зразків, мм (Д×Ш×В)	Вологість зразків, %
Модуль Юнга ( $E_d$ , ГПа)	ГОСТ 16483.31, 1999	80	300×20×20	12
Модуль пружності за статичного згинання ( $E_{\sigma}$ , ГПа)	ISO 13061-4, 2014	80		
Межа міцності за статичного згинання ( $\sigma_{\sigma}$ , МПа)	ISO 13061-3, 2014	80		
Межа міцності за стискання вздовж волокон ( $\sigma_{\sigma\sigma}$ , МПа)	ISO 13061-17, 2017	80	30×20×20	
Щільність ( $\rho_{12}$ , кг/м <sup>3</sup> )	ISO 13061-2, 2014	80		

**2. Результати експериментальних досліджень із визначення динамічного модуля пружності деревини сосни**

Назва показника		Категорія стану дерев			
		Неослаблені всиханням	I група всихання	II група всихання	III група всихання
Модуль Юнга ( $E_d$ , ГПа)	Значення	12,8±0,2	11,4±2,1	10,7±2,9	10,1±0,6
	Коефіцієнт варіації, %	1,47	18,35	26,62	6,16
	Точність, %	0,03	0,12	0,06	0,08
Нормалізована щільність ( $\rho_{12}$ , кг/м <sup>3</sup> )	Значення	474,5±10,3	467,7±75,7	435,2±23,2	417,6±25,9
	Коефіцієнт варіації, %	2,16	17,44	5,34	6,20
	Точність, %	0,36	1,35	0,97	0,79

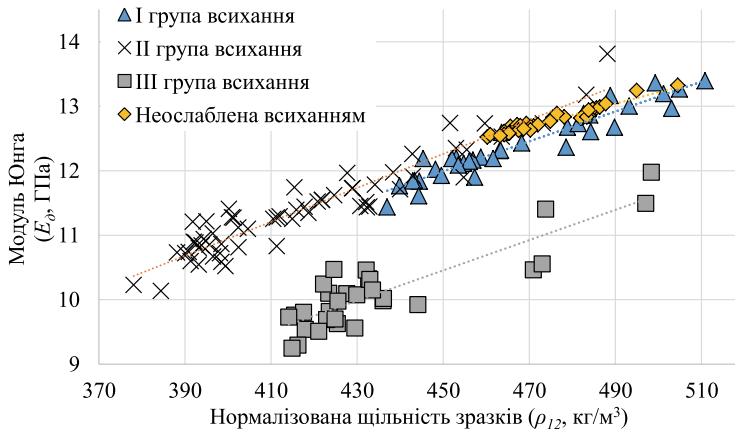


Рис. 2. Взаємозв'язок щільності деревини сосни з модулем Юнга

Результати експериментальних досліджень із впливу термічного оброблення на механічні показники деревини сосни звичайної порівнювали із значеннями, регламентованими у ДБН В.2.6-161:2010 «Дерев'яні конструкції. Основні положення» для малих «чистих» зразків та з довідковими даними для деревини сосни звичайної європейської частини СРСР (Bokshchanin, Kviatkovskaia, Lashmanov, Sergeev & Khodak, 1987) (табл. 3, рис. 3).

Виконані дослідження дали змогу встановити, що показники міцності та жорсткості зразків деревини з деревостанів I групи всихання та неослаблених всиханням, оброблених за температур 77 і 120 °С, відрізняються в межах 1–5 %, отже таку деревину можна розглядати як конструкційний матеріал. Своєю чергою, показники механічних властивостей сухостійної деревини сосни з деревостанів II і III груп всихання вже значно різняться від неослабленої всиханням – від 14 до 19 %.

Як бачимо в табл. 3, у ДБН В.2.6-161:2010 «Дерев'яні конструкції. Основні положення», що були чинні до 2018 р., закладено великий запас міцності для конструкційних елементів із деревини із розрахунку значення модуля пружності за

статичного згинання – 10 ГПа; межі міцності за статичного згинання – 44 МПа. Натомість експериментальне значення модуля пружності становить 15–17 ГПа (табл. 3), межі міцності – 44,2–54,5 МПа (табл. 3). Проектування конструкційних елементів за реальними показниками міцності пиломатеріалів дасть змогу більш раціонально використовувати деревину як конструкційний матеріал за рахунок використання пиломатеріалів меншого перерізу за збереження необхідного запасу їхньої міцності.

За результатами експериментальних досліджень отримано регресійні рівняння залежності межі міцності за статичного згинання від модуля пружності за статичного згинання, що мають такий вигляд:

- для деревини з неослаблених всиханням дерев:

$$\sigma_{c3} = 0,0057 \cdot E_{c3} + 4,8977, \quad (5)$$

- для деревини з сухостійних дерев I групи всихання:

$$\sigma_{c3} = 0,0051 \cdot E_{c3} + 1,2529, \quad (6)$$

де  $\sigma_{c3}$  – значення межі міцності за статичного згинання, МПа;  $E_{c3}$  – значення модуля пружності за статичного згинання, МПа.

Адекватність математичних моделей було перевірено за критерієм Фі-

### 3. Результати експериментальних досліджень показників міцності та жорсткості малих «чистих» зразків деревини сосни звичайної, оброблених за різних температур

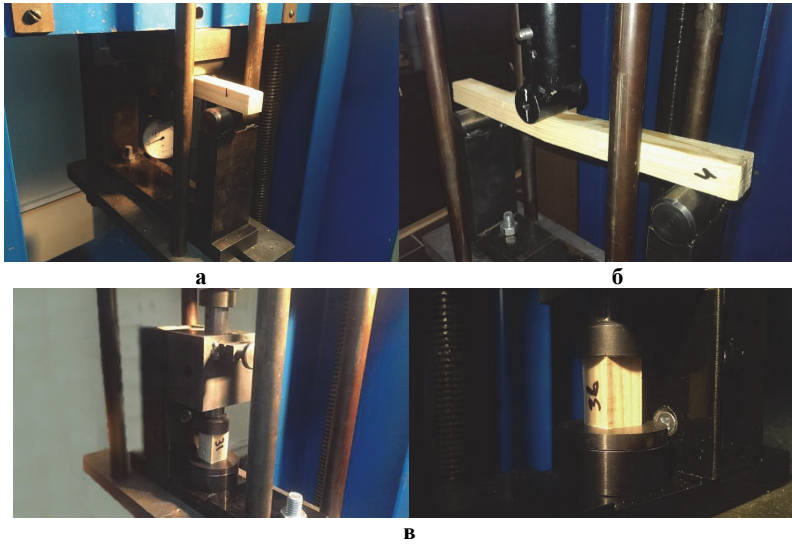
Назва показника	Категорія стану дерев				ДБН В.2.6-161:2010	Довідкові дані**
	I група всихання	II група всихання	III група всихання	Неослаблені всиханням		
Модуль пружності за статичного згинання ( $E_{ст}$ , ГПа)	$15,38 \pm 2,2$ $15,12 \pm 2,5^*$	$15,47 \pm 2,0$ $14,78 \pm 2,7$	$16,10 \pm 3,7$ $15,29 \pm 4,2$	$17,63 \pm 3,0$ $16,98 \pm 3,6$	10	16,8
Коефіцієнт варіації, %	14,37	12,90	23,06	18,07	-	-
Показник точності, %	3,59	3,22	5,77	2,89	-	-
Межа міцності за статичного згинання ( $\sigma_{ст}$ , МПа)	$81,72 \pm 8,3$ $78,34 \pm 8,5$	$62,67 \pm 8,2$ $58,55 \pm 9,0$	$59,14 \pm 6,8$ $56,87 \pm 7,4$	$73,07 \pm 8,1$ $71,23 \pm 8,3$	80	88,3
Коефіцієнт варіації, %	10,15	13,05	11,46	11,7	-	-
Показник точності, %	2,54	3,26	2,86	1,77	-	-
Межа міцності за стискання вздовж волокон ( $\sigma_{ствр}$ , МПа)	$52,54 \pm 4,4$ $49,15 \pm 4,9$	$51,79 \pm 7,7$ $47,61 \pm 8,4$	$44,19 \pm 3,6$ $41,46 \pm 3,9$	$54,53 \pm 5,3$ $51,61 \pm 5,7$	44	50,5
Коефіцієнт варіації, %	8,4	14,9	8,09	10,15	-	-
Показник точності, %	2,1	3,72	2,02	1,27	-	-
* У чисельнику вказано значення для зразків, висушених за температури 77 °С, у знаменнику – 120 °С.						
** (Bokshchanin et al., 1987)						

шера, який склав: для рівняння (5) –  $F_{розр} = 0,74 < F_{табл} = 1,97$ ; для рівняння (6) –  $F_{розр} = 0,97 < F_{табл} = 1,97$ . Причому для всіх залежностей спостерігається сильний кореляційний зв'язок, на рівні  $R = 0,67-0,7$ , між межею міцності та модулем пружності за статичного згинання.

Рівняння (5) і (6) можуть бути використані для визначення показника межі міцності за статичного згинання пиломатеріалів із деревини сосни звичайної, якщо відоме значення показника модуля міцності за статичного згинання. Модуль пружності можливо визначити шляхом проведення неруйнівних випробувань безпосередньо за допомогою сортувальних машин (EN 14081-2:2005, 2005) у процесі поточного виробництва пиломатеріалів, що дасть змогу оцінити показники міцності окремо для кожного пиломатеріалу.

**Висновки і перспективи.** Із результатів досліджень показників фізико-механічних властивостей деревини сосни звичайної можна зробити висновок, що спостерігається тенденція до зниження показників міцності та жорсткості від I до III групи всихання деревини, що пов'язано із загальним ослабленням деревини дією деревозабарвлювальних грибів, комах і зменшенням середньої щільності. Найбільш придатною як конструкційні елементи (балки перекриття, опорні стійкі тощо), поряд із неослабленою всиханням, є сухостійна деревина з деревостанів I групи всихання.

Впровадження на лісопилно-деревообробних підприємствах автоматизованих ліній сортування пиломатеріалів за показниками міцності у процесі виробництва дасть змогу використовувати ту частину з них, яку було відбраковано



**Рис. 3.** Візуалізація експериментальних досліджень із визначення показників фізико-механічних властивостей малих «чистих» зразків деревини сосни звичайної: а – модуля пружності за статичного згинання; б – межі міцності за статичного згинання; в – межі міцності за стискання вздовж волокон

за зовнішніми ознаками. Таким чином, деревина із сухостійних дерев сосни звичайної може слугувати резервом, придатним для застосування як сировина конструкційного напрямку використання, за умови механічного сортування пиломатеріалів із такої деревини.

#### Список літератури

- Bokshchanin, Iu. R., Kviatkovskaia, A. P., Lashmanov, V. I., Sergeev, B. V., & Khodak, V. M. (1987). *Handbook of the master of wood processing* [in Russian].
- DSTU 4922:2008 Timber and lumber products. Moisture Determination Methods (2009). P 11 [in Ukrainian].
- DSTU prEN 384:2001 Timber structural. Determination of characteristic values of mechanical properties (2003). P 15 [in Ukrainian].
- BS EN 14081-2:2005 Timber structures – Strength graded structural timber with rectangular cross section – Part 2: Machine grading; additional requirements for initial type testin. P 34.
- EN 338:2016 Structural timber. Strength classes. 2016. P 16.
- Goldstein, A. Ya. (1975). *Dependence of the propagation velocity of longitudinal pulsed ultrasonic waves on the geometric dimensions of samples of natural and codification polystyrene of birch wood*. Riga, 5–38 [in Russian].
- GOST 16483.31-74. *Resonance method for determining moduli of elasticity and shear and decrement of oscillations* (1999). Moscow: Izd-vostandartov [in Russian].
- GOST 19773-84. *Softwood and hardwood sawn timber. Drying modes in batch chambers* (2009). Moscow: Standartynform [in Russian].
- GSSSD 69-84. *Drevesina. Wood. Indicators of physical and mechanical properties of small pure samples* (1985). Moscow: Izd-vostandartov [in Russian].
- ISO 13061-17:2017 Physical and mechanical properties of wood – Test methods for small clear wood specimens – Part 17: Determination of ultimate stress in compression parallel to grain. 2017. P 4.



- ISO 13061-2:2014 Physical and mechanical properties of wood – Test methods for small clear wood specimens – Part 2: Determination of density for physical and mechanical tests. 2014. P 5.
- ISO 13061-3:2014 Physical and mechanical properties of wood – Test methods for small clear wood specimens – Part 3: Determination of ultimate strength in static bending. 2014. P 5.
- ISO 13061-4:2014 Physical and mechanical properties of wood – Test methods for small clear wood specimens – Part 4: Determination of modulus of elasticity in static bending. 2014. P 6.
- Rohanova, A. (2009). Characteristics of spruce timber quality determined by ultrasonic and bending methods. *Life Science Forestry and Wood Technology*, 69, 234–238.
- Saldaeva, E. Yu., & Tsvetkova, Ye. M. (2014). Preliminary diagnosis of the strength properties of wood by the indicator of the dynamic modulus of elasticity by the vibration method. *Bulletin of the Volga State Technological University. Ser.: Forest. Ecology. Nature management*, 2 (22), 55–62 [in Russian].
- Tambi, A. A. (2015). Scientific basics of gradeformation of lumber (Doctoral dissertation). Saint Petersburg [in Russian].
- Toshiaki, O. (2014). Marketing Environment of Structural Lumber in Japan. *Scandinavian Forest Economics: Proceedings of the Biennial Meeting of the Scandinavian Society of Forest Economics*, 40, 327–336.
- TU U 16.1-00994207-001:2018 Timber Round and Saw. Visual Features. Classification, Terms and Definition, Measurement Methods (2019). P 132 [in Ukrainian].
- 

**N. V. Marchenko, S. V. Novytskyi, S. N. Mazurchuk (2019) Constructional lumber from wood of pine dead trees. UKRAINIAN JOURNAL OF FOREST AND WOOD SCIENCE, 10(4): 103-112. <https://doi.org/10.31548/forest2019.04.103>.**

*The article presents the main results definition of indicators of the physical and mechanical properties of wood, obtained as a result of experimental studies on interstate ISO and GOST standards on small «clean» wood samples with a moisture content of 12 % from pine non-weakened by drying and standing deadwood. Presented density indices according to ISO13061-2 of pine not weakened by drying and deadwood from stands of drying groups I, II and III are determined on the basis of experimental studies. The dependence of the Young's modulus on the density of wood is obtained, which is described by equations for wood non-weakened by drying and deadwood from stands of I, II, and III drying groups.*

*To establish the main characteristics of the strength and stiffness of pine wood as a material, experimental studies were carried out to determine the effect of heat treatment temperature (77 and 120 °C) on the mechanical properties of wood, namely: tensile strength and modulus of elasticity under static bending, as well as ultimate compressive strength along the fibers. Experimental studies were carried out on samples of pine not weakened by drying and deadwood from stands of groups I, II, and III drying according to the methods of ISO13061-4, ISO13061-3 and ISO 13061-17. It has been established that the strength and stiffness indices of wood samples from stands of I group of drying and non-weakened by drying treated at temperatures of 77 and 120 °C differ slightly – within 1–5 %, which allows us to consider such wood as a structural material. The regression equations are presented for the dependence of the tensile strength for static bending on the elastic modulus for the static bending of pine not weakened by drying and deadwood of I group of drying.*

**Keywords:** structural lumber, deadwood, pine, drying groups, physical and mechanical properties, visual and mechanical sorting.

---

Отримано: 2019-11-05