

## ДЕЯКІ ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ НИЗЬКОЯКІСНОЇ ДЕРЕВИНИ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ

**Н. В. Марченко, С. В. Новицький, Г. Б. Іноземцев, В. М. Несвідомін**

*НУ біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна*

Наведено результати експериментальних досліджень деяких механічних властивостей сухостійної деревини сосни звичайної з Київської обл. порівняно з міцнісними параметрами здорової деревини та нормативними значеннями відповідних показників, регламентованими чинними документами для дерев'яних будівельних конструкцій. Подано графіки порівняння результатів експериментальних досліджень з визначення межі міцності при статичному згині і стиску вздовж волокон горільникової деревини сосни із Житомирської обл. відразу та через десять місяців після пожежі. Установлено раціональні параметри гідротермічного оброблення ураженої біоорганізмами деревини сосни звичайної.

**Ключові слова:** сосна, сухостій, горільник, гідротермічне оброблення, фізико-механічні властивості.

**Вступ.** Сьогодні інтерес до деревини, як матеріалу на основі відновлюваних видів сировини, стрімко зростає, тому що елементи з деревини належать до класу легких будівельних конструкцій, застосування яких є одним з важливих напрямів підвищення ефективності будівельного виробництва.

Однак зміни в кліматі призвели до значного потепління в Україні, що стало причиною поширення хвороб лісу і шкідників, які спричинили масове всихання деревостанів хвойних порід. Останніми роками в лісових насадженнях України спостерігається негативна динаміка збільшення (до 30 %) площ – діючих осередків хвороб лісу по всіх регіонах. Так, 60 % площ суцільних санітарних рубок було проведено через пошкодження насаджень хворобами (Riven zahrozy, 2017).

До того ж, величезної шкоди лісовому господарству країни завдають лісові пожежі, але, як відомо (Kurypanova et al., 2011), сосна належить до порід, які можуть залишатися життєздатними навіть після неодноразових низових лісових пожеж. Однак величина впливу пожеж на якість цієї деревини сьогодні потребує масштабних досліджень.

Варто зазначити, що така деревина, як сухостій та горільник може бути значним резервом у будівельній та суміжних галузях. Проте, хоча властивості та показники здорової деревини сосни відомі давно, даних про сухостійну та горільничову деревину цієї породи небагато. Тому з метою подальшого встановлення раціональних шляхів використання такої деревини у національному господарстві, потрібно здійснити дослідження з визначення біологічної стійкості та міцності залежно від умов експлуатації.

**Мета дослідження** – вивчення експлуатаційних властивостей низькоякісної деревини сосни звичайної.

**Методика і матеріали досліджень.** У рамках цієї роботи проведено дослідження з виявлення життєздатних гіфів грибів після гідротермічного оброблення за різних температур і відносної вологості повітря за допомогою лабораторного мікроскопа марки XS-3320 MICROmed (з 1600-кратним збільшенням).

Для проведення випробувань відібрано 4 групи по 36 зразків перетином 30×20×20 сухостійної деревини сосни звичайної орієнтовним віком всихання до одно-

го року з центральної частини України, а саме Київської обл. Процес гідротермічного оброблення проводили за стерильних умов до кінцевої вологості зразків 12 % у комбінаціях параметрів оброблення, зазначених у табл. 1.

**Табл. 1. Режими гідротермічного оброблення сухостійної деревини сосни**

Номер режиму	Температура сушіння $t, ^\circ\text{C}$	Вологість агента сушіння $\phi, \%$
1	77	0,27
2	100	0,25
3	120	0,21

З кожного дослідного зразка, зокрема і контрольних, які не зазнали гідротермічного оброблення, взяли проби для визначення наявності життєздатних гіфів грибів. Кожну із проб зі стерильних висушених зразків розміщували в чашці Петрі на живильному середовищі Сабуро за (GOST 9.048-89, 1991). Чашки Петрі витримували за температурі  $29^{\pm 2} ^\circ\text{C}$  і відносної вологості повітря не більше 90 % упродовж 28 днів.

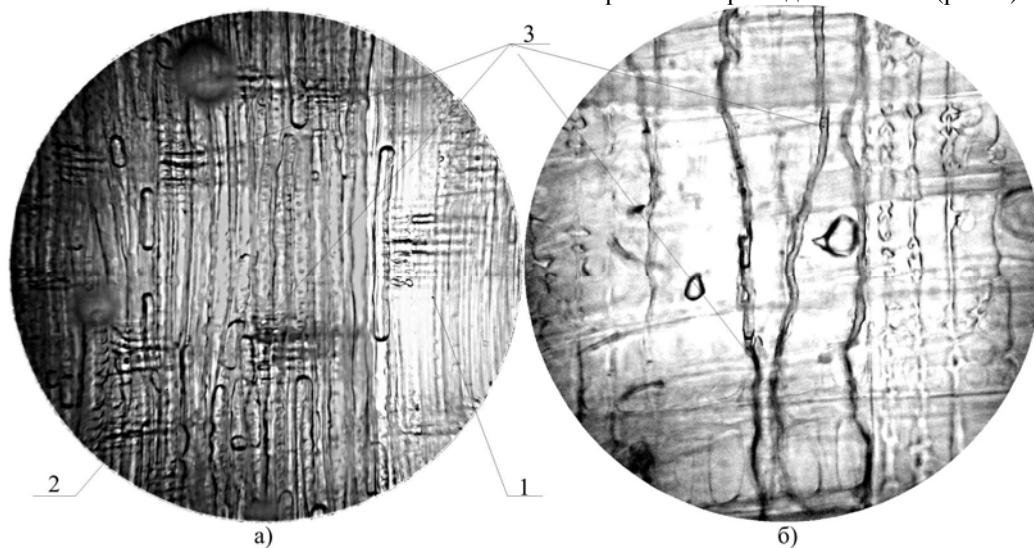
Для визначення міцнісних параметрів сухостійної деревини сосни здійснювали дослідження на зразках з Київської обл. різного орієнтовного віку всихання (від 1 до 3 років). Водночас у рамках цього експерименту досліджували зразки сосни горільників Житомирської обл. після низових пожеж. Варто зауважити, що відбір зразків горільникової деревини сосни проводили з комлевої та серединної частин стовбурів дерев, заготовлених відразу після пожежі та через десять місяців.

Загальні вимоги до відбору зразків, проведення фізико-механічних випробувань властивостей деревини на малих чистих зразках регламентує (GOST 16483.0-89, 1990).

Планом експерименту передбачали визначення таких фізико-механічних параметрів: модуля пружності при статичному згині за (GOST 16483.9-73, 1974), межі міцності при статичному згині за ГОСТ 16483.3-84 (GOST 16483.3-84, 1986), межі міцності при стиску вздовж волокон за (GOST 16483.10-73, 1974), щільності за (GOST 16483.1-84, 1985). Експерименти проводили за допомогою універсальної розривної машини Р-5. Отримані значення фізико-механічних параметрів порівнювали з показниками здорової деревини

сосни відповідного регіону походження і показниками міцності для будівельної деревини, регламентованими ДБН В.2.6-161:2010 "Конструкції будинків і споруд. Дерев'яні конструкції".

**Результати дослідження.** Унаслідок проведених досліджень виявлено гіфи грибів на мікрорізах центральній, перехідній та заболонній зон деревини, значне скупчення яких спостерігали у клітинах серцевинних променів і трахеїдах заболони (рис. 1).



**Рис. 1.** Знімки мікрорізів деревини сосни звичайної: а) за 160-кратного збільшення; б) за 640-кратного збільшення; 1 – рання зона деревини; 2 – пізня зона деревини; 3 – скупчення гіфів у клітинах серцевинних променів

Встановлено, що раціональними параметрами гідротермічного оброблення сухостійної деревини сосни звичайної є температура ( $t$ ) 120 °С і відносна вологість повітря ( $\varphi$ ) 0,21. У зразках деревини, які зазнали оброблення за цих параметрів, життєздатних гіфів грибів не виявлено, на відміну від інших зразків, в яких спостерігали продовження розвитку грибів.

У табл. 2 наведено результати експериментальних досліджень деяких фізико-механічних властивостей сухостійної деревини сосни звичайної порівняно з міцнісними параметрами здорової деревини і нормативними значеннями відповідних показників, регламентованими ДБН В.2.6-161:2010 "Конструкції будинків і споруд. Дерев'яні конструкції".

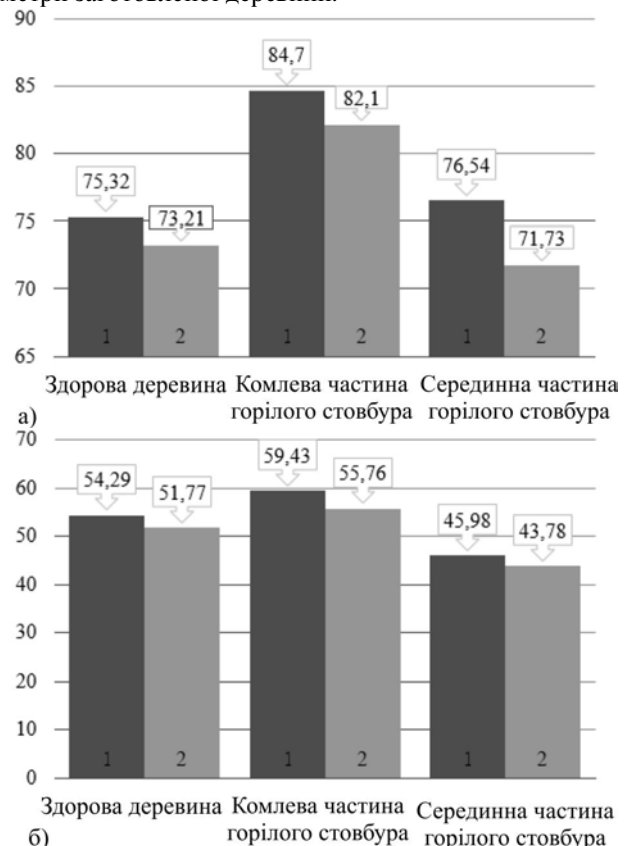
**Табл. 2.** Показники фізико-міцнісних властивостей сухостійної деревини сосни звичайної

Назва	Орієнтовні роки всихання			Здорова деревина	ДБН В.2.6-161:2010
	1	2	3		
Модуль пружності при статичному згині, ГПа	15,38 $\pm$ 0,6	15,47 $\pm$ 0,5	16,10 $\pm$ 0,9	17,6 $\pm$ 0,7	0,4
Межа міцності при статичному згині, МПа	81,72 $\pm$ 0,4	62,67 $\pm$ 0,8	59,14 $\pm$ 0,3	73 $\pm$ 1,5	80
Межа міцності при стиску вздовж волокон, МПа	52,54 $\pm$ 1,1	51,79 $\pm$ 1,9	44,19 $\pm$ 0,9	54,5 $\pm$ 2,1	44
Середня щільність, кг/м <sup>3</sup>	624-568	509-531	439-457	460-530	-

На рис. 2 подано результати експериментальних досліджень міцнісних параметрів горільникової деревини сосни звичайної, заготовленої відразу та через десять місяців після пожежі.

З рис. 2 видно, що зразки, відібрані через десять місяців після пожежі, мають менші показники міцності, ніж зразки, що взяли відразу. Ці результати свідчать про зміни у мікро- та макроструктурі деревини, а відповідно, і є свідченням негативного впливу відкри-

того вогню та високих температур на міцнісні параметри заготовленої деревини.



**Рис. 2.** Результати дослідження міцності деревини сосни з горільником: 1) зразки, відібрані відразу після пожежі; 2) зразки, відібрані через десять місяців після пожежі а) на статичний згин; б) на стиск вздовж волокон

#### Висновки:

- Для запобігання подальшому поширенню грибів у деревині сосни звичайної, призначеної для стоварно-

будівельного напрямку використання, доцільно проводити гідротермічне оброблення ураженої деревини з температурою сушильного агента ( $t$ ) 120°C і відотною вологістю ( $\varphi$ ) 0,21.

- Використовувати сухостійну та горільникову деревину сосни звичайної як будівельний матеріал можливо. Проте, у разі виготовлення конструкційних елементів, які мають нести навантаження на статичний згин, краще використовувати сухостійну деревину з орієнтовним віком усихання до одного року та горільникову з комлевої частини стовбура.
- Результати експериментальних досліджень дають змогу обґрунтувати деякі рекомендації з використання сухостійної та горільникової деревини сосни звичайної, а також отримати величини нормативних опорів для проектування і розрахунку дерев'яних конструкцій.

### Перелік використаних джерел

- GOST 16483.0-89. (1990). Drevesina. Obshhie trebovaniya k fiziko-mekhanicheskim ispytaniyam [Wood. General requirements for physical and mechanical testing], June 30. Moscow: Izdatelstvo standartov, p. 11. [In Russian].
- GOST 16483.10-73. (1974). Drevesina. Metody opredeleniya predela prochnosti pri szhatii vdol volokon [Wood. Methods for determining the ultimate compressive strength along fibers], June 30. Moscow: Izdatelstvo standartov, p. 7. [In Russian].
- GOST 16483.1-84. (1985). Drevesina. Metody opredeleniya plotnosti [Wood. Methods for determining the density], June 30. Moscow: Izdatelstvo standartov, p. 13. [In Russian].
- GOST 16483.3-84. (1986). Drevesina. Metod opredeleniya predela prochnosti pri staticheskom izgibe [Wood. Method for determining the ultimate strength in static bending], June 30. Moscow: Izdatelstvo standartov, p. 21. [In Russian].
- GOST 16483.9-73. (1974). Drevesina. Metody opredeleniya modulya uprugosti pri staticheskom izgibe [Wood. Methods for determining the modulus of elasticity in static bending], June 30. Moscow: Izdatelstvo standartov, p. 14. [In Russian].
- GOST 9.048-89. (1991). Edinaya sistema zashchity ot korrozii i stareniya. izdeliya tekhnicheskie. metody laboratornykh ispytaniy na stojkost k vozdeystviyu plesnevyykh gribov [Unified system of protection against corrosion and aging. Technical products. Methods of laboratory tests for resistance to mold fungi] June 30. Moscow: Izdatelstvo standartov, p. 23. [In Russian].
- Kuryanova, T. K., Platonov, A. D., Kosichenko, N. E. et al. (2011). Vliyaniye vida pozhara na strukturu i kachestvo drevesiny sosny [Influence of the type of fire on the structure and quality of pine wood]. *Scientific Journal of KubSAU*, 10(74), 785–798. Retrieved from <http://ej.kubagro.ru/2011/10/pdf/69.pdf>. [In Russian].
- Riven zahrozy. (2017). Retrieved from [http://www.ekoinform.com.ua/index.php?option=com\\_content&view=article&id=99%3A2014%2007%2014%2007%2022%2000&catid=7%3A2009%2007%2006%2015%2016&Itemid=41&lang=ru](http://www.ekoinform.com.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=99%3A2014%2007%2014%2007%2022%2000&catid=7%3A2009%2007%2006%2015%2016&Itemid=41&lang=ru) [In Ukrainian].

**Н. В. Марченко, С. В. Новицкий, Г. Б. Иноземцев, В. Н. Несвидомин**

## НЕКОТОРЫЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА НИЗКОКАЧЕСТВЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

Приведены результаты экспериментальных исследований некоторых механических свойств сухостойной древесины сосны обыкновенной из Киевской обл. по сравнению с прочностными параметрами здоровой древесины и нормативными значениями соответствующих показателей, регламентированными действующими документами для деревянных строительных конструкций. Представлены графики сравнения результатов экспериментальных исследований по определению предела прочности при статическом изгибе и сжатии вдоль волокон горельниковой древесины сосны из Житомирской обл. сразу и через десять месяцев после пожара. Установлены рациональные параметры гидротермической обработки, пораженной биоорганизмами древесины сосны обыкновенной.

**Ключевые слова:** сосна, сухостой, горельник, гидротермическая обработка, физико-механические свойства.

**N. V. Marchenko, S. V. Novitsky, G. B. Inozemtsev, V. M. Nesvidomin**

## SOME EXPLOITATION PROPERTIES OF PINE WOOD

Deadwood and burnt wood could be a great reserve in the construction and related industries. Although the properties and performance of healthy pine wood are known, there is practically no information on deadwood and burnt wood. Therefore, to further establish sustainable ways of using such wood, the biological durability and strength depending on operating conditions should be studied. The authors of the study determined some strength parameters on samples of pine deadwood from the Kiev region of different indicative age of desiccation (from 1 to 3 years) and on samples pine burnt wood of Zhytomyr region after grassroots fires. As a result of studies we founded hyphae of fungi on microsections of central and transitional zones of sap wood. Most hyphae were accumulated in cells of medullary rays and sap tracheids. The scientists have also shown the experimental results of some physical and mechanical properties of pine deadwood compared to healthy wood strength parameters and normative values for building constructions. These results suggest changes in micro- and macrostructure of wood, and therefore evidence of negative effects of fire and high temperatures on the strength parameters of harvested timber. Thus, we have concluded that pine deadwood and burnt wood can be used as a building material. However, in the case of manufacturing structural elements that have to bear the load on static bending, it is better to use deadwood indicative age of desiccation of one year and burnt wood from butt part of the trunk. The results of experimental studies allows some recommendations on using of pine deadwood and burnt wood and receive regulatory resistance values for the design and calculation of wooden structures.

**Keywords:** pine; deadwood; burnt wood; hydrothermal treatment; physical and mechanical properties.

### Інформація про авторів:

**Н. В. Марченко**, канд. техн. наук, доцент, НУ біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна.

**E-mail:** nv\_marchenko@ukr.net

**С. В. Новицкий**, аспірант, НУ біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна.

**E-mail:** s.v.novitsky@gmail.com

**Г. Б. Иноземцев**, д-р техн. наук, професор, НУ біоресурсів і природокористування України, м. Київ

**В. М. Несвидомин**, д-р техн. наук, професор, НУ біоресурсів і природокористування України, м. Київ