

## ЩОДО ШЛЯХІВ РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ ДЕРЕВИНИ ГРАБА

*Н.В. Марченко, кандидат технічних наук*

*С.В. Новицький, магістр*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

*І.Г. Грабар, доктор технічних наук*

*Житомирський національний агроекологічний університет*

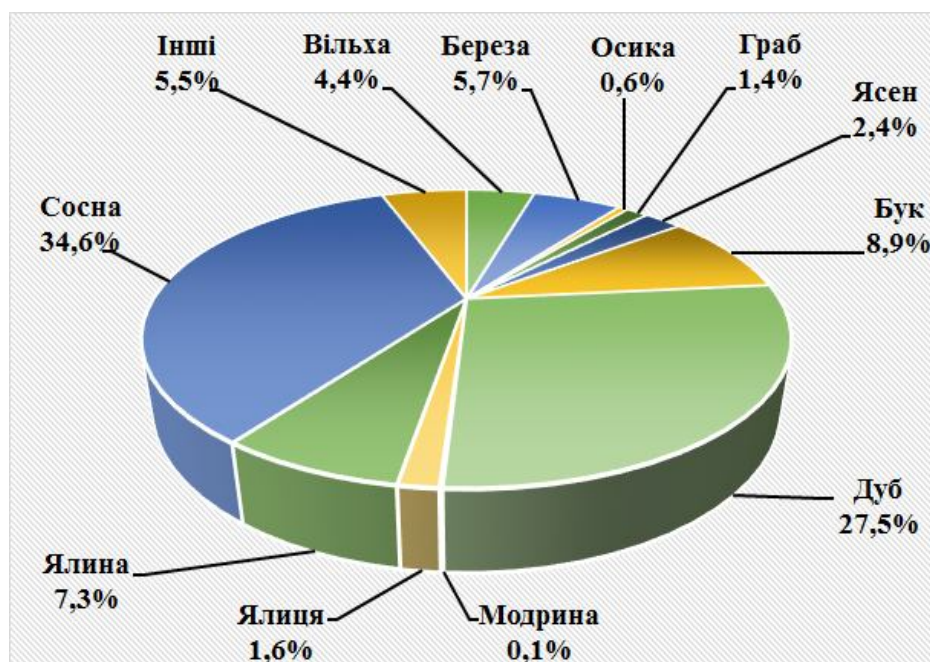
*Наведено аналіз даних щодо поширення граба (*Carpinus betulus L.*) на території України, можливих шляхів його використання та основних фізико-механічних властивостей. Викладено результати експериментальних досліджень із визначення показників стирання масиву деревини граба, що впливають на експлуатаційні характеристики покриття для підлоги.*

*Ключові слова: граб звичайний (*Carpinus betulus L.*), показник стирання, зносостійкість.*

Загальна площа лісового фонду України становить – 10,4 млн га, з яких вкритих лісовою рослинністю – 9,6 млн га. Лісистість території країни становить 15,9 %. Ліси представлені на 43 % хвойними породами, на 40 % – твердолистяними і на 17 % – м'яколистяними. Ліси України сформовані більш ніж 30 видами деревних порід (рис. 1), серед яких переважальними є: сосна (*Pinus sylvestris*), дуб (*Quercus robur*), бук (*Fagus sylvatica*), ялина (*Picea abies*), береза (*Betula pendula*), вільха (*Alnus glutinosa*), ясен (*Fraxinus excelsior*), граб (*Carpinus betulus*), ялиця (*Abies alba*) [1].

Всі ці деревні породи є привабливими з промислової точки зору. З деревини хвойних порід виготовляють, здебільшого, столярно-будівельні вироби, твердолистяних (дуб, бук, ясен) – столярні, меблеві вироби та струганій шпон; деревину берези переважно використовують у фанерному

виробництві, а вільху через свою гарну текстуру і колір використовують для потреб меблевого виробництва.



**Рис. 1. Розподіл лісів України за переважними деревними породами**

Однак, на сьогодні, така деревна порода як граб, що займає 3,7 % площі державного лісового фонду України (райони заготівлі зосереджені в Лісостепу, Поліссі та Карпатах), не знаходить промислового використання. Тому внаслідок відсутності збуту деревини граба за останні роки спостерігається суттєве збільшення площ земель, зайнятих спілими та перестійними грабняками [2].

Проте, граб – цінна супутня порода в дубових, букових, ясеневих, кленових та інших насадженнях. Граб звичайний (*Carpinus betulus* L.) – кращий супутник для зростання дуба, що допомагає йому очищатися від сучків значно краще, ніж інші його супутники. Відомо [3], що раціональне відновлення дубових насаджень у формації дуба не можливе без використання граба. Це свідчить про постійну присутність деревини граба у лісосічному фонді країни. Тому, вочевидь, важливим є питання щодо раціонального використання деревини граба у народному господарстві.

**Метою досліджень** є пошук шляхів раціонального використання деревини граба. Для цього було використано аналітичний, експериментальний та статистичні методи досліджень.

**Результати досліджень.** Використання та аналіз властивостей деревини граба звичайного у літературі висвітлено мало [2, 4, 5], зокрема відомо, що стовбур граба має ребристу бічну поверхню та збіжність. Граб – порода без ядра з сірувато-білою важкою і дуже твердою деревиною. За вологості 15 % має об’ємну вагу  $0,81 \text{ г/см}^3$  та коефіцієнт об’ємного всихання – 0,70. Вага  $1 \text{ м}^3$  деревини граба у повітряно-сухому стані коливається у межах 620-820 кг, а у свіжозрубаному – у середньому 988 кг. Тимчасовий опір (за вологості 15 %) стисканню вздовж волокон –  $503 \text{ кг/см}^2$ , статичному згину –  $1134 \text{ кг/см}^2$ , розколюванню у радіальному напрямку –  $137 \text{ кг/см}^2$  та у тангентальному –  $182 \text{ кг/см}^2$ , твердість торцева –  $767 \text{ кг/см}^2$ , твердість радіальна –  $615 \text{ кг/см}^2$  і тангентальна –  $635 \text{ кг/см}^2$  (для порівняння у дуба: радіальна  $521 \text{ кг/см}^2$ , тангентальна  $463 \text{ кг/см}^2$ ), межа міцності деревини на розтяг вздовж волокон –  $1890 \text{ кг/см}^2$ , модуль пружності за статичного згину –  $131000 \text{ кг/см}^2$  [2,4]. Окрім того, деревина граба володіє високим коефіцієнтом якості (за виключенням коефіцієнту у разі стискання вздовж волокон), який визначається, як відношення міцності до об’ємної ваги.

Деревина граба дуже тверда, але гнучка, еластична, стійка щодо зношування. Однак вона важко обробляється різанням та свердлінням, хоча добре піддається шліфуванню та швидко сприймає різнобарвне зафарбовування.

Деревина граба у свіжозрубаному виді та складована без обробки швидко втрачає якість, змінює колір на інтенсивно сірий, дуже розтріскується. Тому розрив між заготівлею граба та його обробкою має бути мінімальним – до 2-х місяців, особливо у теплу пору року. Проте, пиляна деревина граба, що вже висушена до кінцевої вологості може зберігатись у сухому місці тривалий час. Вважається [2,4], що максимальний вихід ділової деревини граба становить

60% від загального ліквідного запасу, а вік стиглості граба для використання у господарстві – 51-60 років [6], що обґрунтовується тимчасовістю грабняків.

Хімічний склад деревини граба за даними Бресвальдського фізико-механічного інституту [2,4] включає: 42,04 % целюлози, 27,03 % пептозану, 22,51 % лігніну, 1,99 % жирів, 0,47 % золи. Елементарний аналіз деревини граба наступний: 48,99 % вуглецю, 44,25 % кисню, 6,2 % водню, 0,06 % азоту, 0,5 % мінеральних речовин. За своїм хімічним складом деревина граба подібна до деревини берези та бука, через що вона придатна для виробітку целюлози. Однак, сьогодні на Україні не існує підприємств з випуску целюлози для паперової промисловості.

Відомо, що дров'яна деревина граба є дуже гарною сировиною для виробітку деревного вугілля, вихід якого складає близько 220 кг з 1 м<sup>3</sup> дров (табл. 1).

### 1. Вихід деревного вугілля з деревини за сортами [7]

№ з/п	Назва деревини	Маса абсолютно сухої деревини, кг/м <sup>3</sup>	Вихід деревного вугілля, кг з 1 м <sup>3</sup>
1.	Граб	630	220
2.	Бук	580	200
3.	Дуб, клен, ясен	550	190
4.	Модрина, в'яз	520	180
5.	Береза	500	170

Отже, актуальним питанням лісопереробної промисловості країни є пошук шляхів раціонального використання не тільки пиловочної, але й технологічної деревини граба.

Такі переважні властивості деревини граба, як його твердість, міцність на статичний згин, сколювання та розтяг вздовж волокон, а також опір розколюванню роблять привабливою цю деревину для виробництва покриттів для підлог. Проте, його низька формостійкість стримує розвиток такого напряму використання. Тому, в якості перспективного напряму раціонального використання деревини граба розглядається можливість виготовлення багатошарових паркетних конструкцій для підлоги, в яких поверхневий шар

(ламельі) було б вироблено з такої сировини. Подібне рішення може сприяти підвищенню довговічності підлог.

Довговічність підлоги визначається міцністю вихідного матеріалу. Основним показником міцності слугує зносостійкість, яка обумовлюється здатністю чинити опір руйнуванню поверхневих шарів у результаті тертя, що виникає під час взаємодії виробів із деревини з іншими твердими тілами або абразивними матеріалами. Ця властивість викликає особливий інтерес, коли деревина використовується в якості покриттів підлоги, щаблів сходів тощо [10].

Зносостійкість залежить від таких властивостей деревини як щільність, твердість та ударна твердість. Чим вище щільність і твердість деревини, тим вище її зносостійкість. І, навпаки, вона знижується за умови збільшення вологості деревини та в результаті її нагрівання.

Зносостійкість встановлюється на основі експериментальних досліджень показника стирання деревини в умовах, що імітують зношування дерев'яних деталей підлог, сходів та настилів [10]. На сьогодні існують результати досліджень показника стирання різних порід деревини за умови інтенсивності навантажень 1000 кроків за добу (табл. 2) [8].

## **2. Порівняння показника стирання деревини різних порід за інтенсивності 1000 кроків на добу**

Показник	Порода деревини						
	Сосна	Береза	Бук	Модрина	Ясен	Клен	Дуб
Показник стирання $t$ , мм/рік	0,25	0,13	0,12	0,09	0,07	0,07	0,06

З метою визначення показника стирання деревини граба та встановлення довговічності матеріалу у разі його використання у місцях дії фрикційних сил було проведено серію експериментальних досліджень. Відбір зразків, необхідних для досліджень та оцінювання їх параметрів було здійснено за ГОСТ 16483.0 [9]. Експерименти проводились за вологості повітря в приміщенні  $65 \pm 5$  % і температурі навколишнього середовища  $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$  [10].

Зразки було виготовлено у формі прямокутної призми перерізом 50×50 мм та висотою 20 мм (рис. 2) тангентального, радіального і змішаного видів перерізу деревини. Випробування зразків виконувались уздовж та поперек волокон на машині (рис. 3) з обертовим диском (1), що здійснював 14 обертів під час загального ходу 16,4 м, на якому була закріплена електрокорундова шкірка зернистістю 25 мкм (2). Зразок притискався до шкірки вантажем (3) масою 2600 г.

Для встановлення показника стирання деревини вимірювали висоту й масу зразка до випробувань та масу після 400 зворотно-поступових рухів зразка.



**Рис. 2. Зразок деревини для проведення випробувань, закріплений у вантажі**



**Рис. 3. Випробувальна машина для проведення дослідження з визначення показника стирання деревини**

Показник стирання  $t$  визначали за різницею мас зразка до та після випробувань за виразом:

$$t = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100 \% , \quad (1)$$

де:  $m_1$  – маса зразка перед випробуванням, г;  $m_2$  – маса зразка після випробування, г.

В якості незалежних факторів було прийнято напрям прикладання сил тертя, початкова маса зразка і вид його перерізу. Результати спостережень наведено у табл. 3. За результатами статистичного аналізу було виявлено, що найбільший вплив на показник стирання мають напрям дії фрикційних сил відносно напрямку волокон зразка та вид його перерізу.

### 3. Значення показника стирання

Параметр	Напрямок дії фрикційних сил			
	Вздовж волокон		Поперек волокон	
	Переріз зразка			
	Радіальний (P1)	Тангентальний (T1)	Радіальний (P2)	Тангентальний (T2)
Показник стирання, %	3,89	1,63	3,16	1,01

Результати експериментальних досліджень було порівняно з існуючими показниками показника стирання інших поширених порід деревини [11,12] та найбільш популярними у виготовленні деревних покриттів для підлоги (табл. 4, рис. 4).

### 4. Порівняння показника стирання деревини граба (експеримент) з іншими породами деревини

Порода	Показник стирання поверхні розрізу, мм	
	Радіальний	Тангентальний
Граб	0,06 – 0,08	0,02
Акація	0,12	0,12
Бук	0,14	0,12
Ясен	0,14	0,15
Ялина	0,24	0,24
Береза	0,26	0,29
Сосна	0,31	0,28

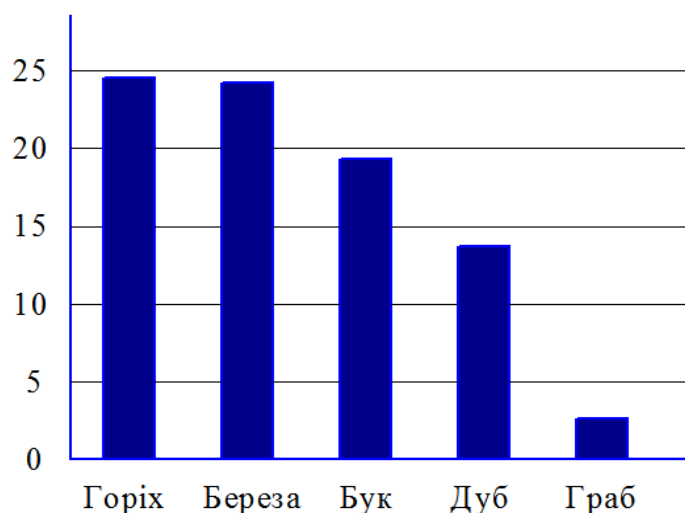


Рис. 4. Порівняння значень показника стирання

З наведених табл. 4 та рис. 4 видно, що серед найпопулярніших порід для виготовлення підлогових покриттів деревина горіха має найбільше значення показника стирання – 24,5 %, деревина берези – 24,2 %, деревина бука – 19,3 %, деревина дуба – 13 % та деревина граба (за результатами експерименту) – 3,9 %.

**Висновки.** За результатами досліджень показника стирання деревини граба було встановлено:

- найменше значення показника стирання мають зразки деревини граба тангентального перерізу за напряду дії фрикційних сил поперек волокон – 1,01 %, найбільше – зразки радіального перерізу вздовж волокон – 3,89;

- зносостійкість вздовж волокон майже в 1,5 рази більша ніж впоперек;

- покриття для підлоги з деревини граба можуть мати у 3 рази більшу зносостійкість ніж з деревини дуба за рівних умов, так як показник стирання деревини граба складає 0,018 мм/рік при зношуваності 3,9 %, а показник стирання деревини дуба складає 0,06 мм/рік при зношуваності 13 %.

### Список літератури

1. Загальна характеристика лісів України. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/index>.
2. Мельник А. С. Граб / А. С. Мельник, Е. И. Журавская. – М. : Агропромиздат, 1985. – 80 с.
3. Генсірук С. А. Ліси України / С. А. Генсірук. – Львів: УкрДЛТУ, 2002. – 495 с.
4. Середя Н.С. Рациональное использование граба / Н. С. Середя. – М. : Лесн. пром-сть, 1965. – 90 с.
5. Тенеску С. Сравнительная характеристика целлюлозы для бумажной промышленности, полученной из древесины бука и граба / С.Тенеску // Papier, carton et cellulose. – Paris: Compagnie francaise d'éditions, – 1958. – № 2. – С.14–20.



6. Гірс О. А. Обґрунтування віку стиглості для основних деревних порід в лісах України / О. А. Гірс, П. І. Лакида // Аграрна наука і освіта. Лісництво. – К., 2007. – Т. 8, № 5–6. – С.103–109.

7. Древне вугілля майбутнього. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://uglezhog.ru/news/2013-08-28-18-16-30/rus/>.

8. Износостойкость древесины // Дерево.ru: деревянная азбука. – 2004, – №2, – С. 25–27.

9. Древесина. Общие требования к физико-механическим испытаниям: ГОСТ 16483.0-89. – [Чинний від 1990-07-01]. – М. : ИПК Из-во стандартов, 1999. – 11 с. – (Міждержавний стандарт країн СНД).

10. Древесина. Метод определения показателя истирания (Wood. Method for determination of wear-proofness index): ГОСТ 16483-39-81. – [Чинний від 1983-01-01]. – М. : ИПК Из-во стандартов, 1981. – 6 с. – (Міждержавний стандарт країн СНД).

11. Эксплуатационные и технологические свойства древесины: методические указания для студентов специальности 250401 «Лесоинженерное дело», для бакалавров и магистров направления подготовки 250400 «Технология и оборудование лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств» [Текст] / М. В. Коломинова. – Ухта: УГТУ, 2012. – 30 с.

12. Ермолин В. Н. Влияние показателей макроструктуры на износостойкость древесины / В. Н. Ермолин // Труды IV международного симпозиума РКСД. Строение, свойства и качество древесины – М. : СПб ГЛТА, – 2004. – Т.1.

*Приведен анализ данных относительно распространения граба (*Carpinus betulus* L.) на территории Украины, возможных путей его использования и основных физико-механических свойств. Изложены результаты экспериментальных исследований определения показателей истирания массива древесины граба, которые влияют на эксплуатационные характеристики покрытий для пола.*

**Ключевые слова:** граб обыкновенный (*Carpinus betulus* L.), показатель истирания, износостойкость.

*The analysis of data on the spread of hornbeam (Carpinus betulus L.) on the territory of Ukraine, the possible ways of using it and the main physical and mechanical properties. The results of experimental studies determining of wear-proofness index of solid wood hornbeam, which affect the performance of the floor coverings.*

**Keywords:** *hornbeam (Carpinus betulus L.), wear-proofness index, wear resistance.*