

ДОСЛІДЖЕННЯ СТАТИЧНОЇ ТВЕРДОСТІ ПРЕСОВАНОЇ ДЕРЕВИНИ ВІЛЬХИ

Досліджено вплив пресування на статичну торцеву твердість деревини вільхи залежно від початкової щільності та міри пресування, одержано математичну модель, що описує вказану залежність.

Assist. N.F. Chopenko – NUFWT of Ukraine, L'viv

Research static hardness of the compressed alder wood

Influencing of compressing on static butt hardness of alder wood have been researched. A mathematical model is got. A mathematical model describes dependence static butt hardness from initial density and compressing measures.

Актуальність теми. Лісодефіцитність України спонукає шукати нові джерела деревинної сировини, особливо в умовах динамічного розвитку деревообробної та будівельної галузей і зростання попиту на їх цю продукцію. Ефективність використання деревинної сировини можна підвищити за рахунок ширшого використання деревини м'яколистяних порід, ресурси якої є в Україні, однак використовуються обмежено. Найпоширеніша м'яколистяна порода – вільха. Запаси вільхи становлять близько 27 млн м³, щорічно заготовляють близько 1,0...1,2 млн м³ і використовують, переважно, у фанерному виробництві. Деревина вільхи має низку позитивних властивостей, але сфери її використання звужуються внаслідок недостатніх міцнісних показників.

Одним із шляхів покращення властивостей деревини є її модифікування. Розроблені на сьогодні технології модифікування дають змогу одержати матеріали зі специфічними, не притаманними натуральній деревині, властивостями. Процеси модифікування деревини є складними, довготривалими, енергомісткими та екологонебезпечними, тому в Україні практично відсутні підприємства, які модифікують деревину. Отримати відчутний ефект від впровадження модифікування у виробничий процес без значних капіталовкладень можливо з використанням термомеханічного методу.

Попри велику кількість досліджень термомеханічного способу модифікування деревини [1], відсутні дані стосовно зміни статичної твердості деревини вільхи з урахуванням варіації її щільності. Результати експериментальних досліджень [6] свідчать, що щільність заготовок до пресування впливає на механічні властивості пресованої деревини берези та ялини, однак закономірності впливу не встановлено.

Методика експериментальних досліджень. На основі попередніх експериментальних досліджень виявлено, що пресованій деревині (за практично однакового ступеня спресування та вологості) притаманна значна варіація механічних властивостей, що є наслідком різної початкової щільності деревини. За даними [2], середнє значення щільності деревини вільхи залежно від умов розвитку деревостанів та ділянки стовбура змінюється у межах 490...640 кг/м³ (за вологості 12 %), що, безумовно, впливає на результат механічного оброблення, а також пресування. Згідно зі стандарту [3] коефіцієнт варіації для показника

щільності становить 10 %, що свідчить про істотну різницю у щільності заготовок, одержаних з партії лісоматеріалів.

З метою визначення впливу початкової щільності деревини та ступеня спресування на статичну твердість деревини реалізовано класичний експеримент, в якому використано взірці із початковою базисною щільністю 395...485 кг/м³ (відповідна щільність за вологості 12 % становить 495...605 кг/м³).

Табл. 1. Значення вхідних чинників в експериментальних дослідженнях

№ з/п	Назва чиннику	Один. вимірювання	Рівень чинника
Змінні чинники			
1	Базисна щільність ρ_b	кг/м ³	395, 420, 440, 485
2	Ступінь спресування ε_0	%	0, 10, 20, 30, 40, 50
Постійні чинники			
1	Попереднє підпресування	%	5
2	Температура прогрівання заготовок	°C	150
3	Тривалість прогрівання заготовок	хв.	20
4	Тривалість термооброблення після досягнення заданого ступеня спресування ε_0	хв.	120
5	Температура термооброблення	°C	150
6	Вологість до пресування	%	12...16
7	Напрямок пресування		радіальний
8	Швидкість пресування	%/с	4...8
9	Коефіцієнт тертя між деревиною та плитами пресу		0,7...0,9

Режим пресування розроблено згідно з рекомендаціями, поданими у [4, 6]. Використано взірці, відібрані за величиною щільності таким чином, щоб у межах однієї групи відхилення щільності не перевищувало 8 кг/м³. Для полегшення процедури сортування та відбору взірців визначали базисну щільність деревини ρ_b . Взірці пресували до заданого рівня деформації ε_0 , що обчислюється за формулою $\varepsilon_0 = \Delta h / h_0 \cdot 100, \%$.

Технологічний процес пресування заготовок складається з таких операцій: попереднє підпресування на 5 % і прогрівання заготовок протягом 20 хв. за температури плит пресу 150 °C, подальше пресування до заданої величини та витримка у плитах пресу протягом 2 год. за температури 140...150 °C. Розміри взірців такі: товщина після пресування $h=50$ мм, а початкову h_0 розраховували залежно від ступеня спресування ε_0 , ширина взірців $b = 1,5h_0$, довжина 300 мм, взірці відбирали з пиломатеріалів, висушених за нормального режиму. Статичну твердість визначали за загальноприйнятою методикою [2]. З метою визначення ефекту від пресування і порівняння характеристик модифікованої деревини з деревиною твердолистяних порід у дослідженнях використано пуансон діаметром 11,28^{±0,01} мм як для натуральної, так і для пресованої деревини. Статичну твердість натуральної деревини визначали за вологості 12 %, а потім перераховували до вологості 8 % за методикою [2]. Пресована деревина після термооброблення у пресі та витримки за нормальних умов протягом 3 діб мала вологість 6...8 %.

На основі пошукового експерименту взято 8 дубльованих спостережень у кожному досліді основного експерименту. У наслідок виконання експериментальних досліджень одержано двадцять чотири вибірки, для яких прийнято гіпотезу про однорідність за критерієм Кохрена: $G_p = 1,6$, $G_{kp}(q = 0,01, N = 24, f = 7) = 1,6$, $G_p = G_{kp}$. Для розрахунку коефіцієнтів рівняння регресії та статистичного оброблення даних використано пакет "аналіз даних" прикладної програми Excel.

Результати експериментальних досліджень та їх аналіз. За результатами експериментальних досліджень встановлено структуру та коефіцієнти регресійної моделі для визначення торцевої статичної твердості деревини вільхи (за вологості 8 %), яка має такий вигляд:

$$H_8^{торч} = -30,03 + 0,168\rho_{\delta} - 1,15\varepsilon_0 + 0,0091\varepsilon_0^2 + 0,0031\rho_{\delta}\varepsilon_0, \text{ МПа}, \quad (1)$$

де: ρ_{δ} – базисна щільність деревини, кг/м^3 ; ε_0 – ступінь спресування, %.

Значущість коефіцієнтів рівняння регресії та адекватність моделі перевірено за загальноприйнятою методикою [5]. Оскільки $F_p < F_{kp}$, то модель адекватна за рівня значущості 5 % з такими показниками: $S_{ad}^2 = 23,03$, $S_y^2 = 14,15$, $F_p = 1,63$, $F_{kp}(q = 0,05, f_{ad} = 19, f_y = 168) = 1,65$. Значення торцевої твердості за результатами експериментальних досліджень і математичною моделлю наведено на рис.

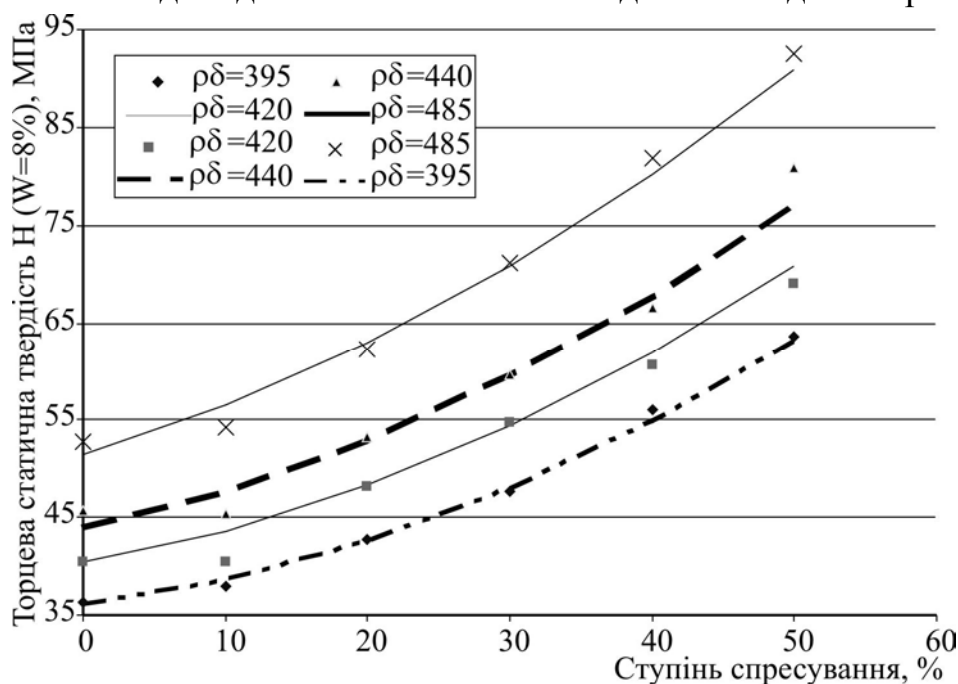


Рис. Графічні залежності $H_8^{торч} = f(\rho_{\delta}, \varepsilon_0)$

Аналіз результатів експериментальних досліджень засвідчив, що із зростанням початкової щільності деревини та ступеня спресування зростає також статична твердість, причому інтенсивніше зростання відбувається для більших значень щільності, з метою економії деревини та одержання пресованої деревини із необхідною статичною твердістю заготовки доцільно сортувати за щільністю.

Одержані шляхом радіального пресування заготовки піддавали таким видам оброблення: 1) пресування вздовж волокон на 5 %, 2) нанесення ґрунтівки, 3) нанесення ґрунтівки з наступним пресуванням вздовж волокон на

5 %. Витрата ґрунтівки БНК 180...200 г/м², нанесення – за допомогою тампона. Використано деревину з початковою щільністю $\rho_0 = 420 \text{ кг/м}^3$ та ступенем спресування у радіальному напрямку 30 і 40 %. У кожній серії дослідів здійснено вісім дубльованих спостережень.

**Табл. 2. Результати експериментальних досліджень
(вологість деревини 6...8 %)**

Назва показників	$\varepsilon_0 = 30\%$		$\varepsilon_0 = 40\%$	
	$H_8^{\text{торц}}$, МПа	% зміни	$H_8^{\text{торц}}$, МПа	% зміни
$\varepsilon_{0II} = 0$	54,7	100 %	60,7	100 %
$\varepsilon_{0II} = 5\%$	58,9	108 %	64,1	106 %
$\varepsilon_{0II} = 5\%$, ґрунтівка	61,8	113 %	67,7	112 %
$\varepsilon_{0II} = 0$, ґрунтівка	55,1	101 %	62,4	103 %

За результатами експериментальних досліджень виконано двофакторний дисперсійний аналіз, результати якого наведено у табл. 3.

Табл. 3. Двофакторний дисперсійний аналіз

Вплив чинників	F_p	F_{kp}	Висновки
1) ступінь спресування ε_0 (у радіальному напр.)	40,6	2,77	Вплив значущий
2) додаткова обробка	10,8	4,01	Вплив значущий
3) взаємодія чинників	0,56	2,77	Вплив незначущий

Отже, ущільнення деревини вздовж волокон на 5 % сприяє зростанню твердості на 6...8 %, а нанесення ґрунтівки з наступним ущільненням на 5 % – на 12...13 %. Якщо використовувати лише ґрунтівку, то твердість практично не змінюється.

Висновки

1. Сортуння заготовок за щільністю сприятиме раціональному використанню деревинної сировини і підвищенню ефективності процесу пресування.
2. Одержана на основі експериментальних даних математична модель адекватно описує залежність статичної торцевої твердості від початкової щільності деревини та ступеня спресування і може бути використана для удосконалення термомеханічного способу модифікування деревини.

Література

1. Бехта П.А. Технологія деревинних композиційних матеріалів : навч. посібник. – К. : Вид-во ІЗІН, 1997. – 236 с.
2. Вінтонів І., Сопушинський І., Тайшінгер А. Деревинознавство : навч. посібник. – Львів : РВВ УкрДЛТУ, 2005. – 256 с.
3. ГОСТ 16483.0-89. Древесина. Общие требования к физико-механическим испытаниям : введ 01. 07. 90. – М. : Изд-во стандартов, 1989. – 12 с.
4. ГОСТ 24329-80. Древесина модифицированная. Способы модифицирования : введ. 01.07.1981. – М. : Изд-во стандартов, 1980. – 7 с.
5. Лапач С.Н., Чубенко А.В., Бабич П.Н. Статистические методы в медико-биологических исследованиях с использованием Excel. – К. : Вид-во МОРИОН, 2001. – 408 с.
6. Хухрянский П.Н. Прессование древесины. – М. : Изд-во "Лесн. пром-сть", 1964. – 350 с.