

в нього рівняння (6), то отримаємо формулу (7) для розрахунку роботи турбодетандера з урахуванням властивостей кількісного вмісту природного газу:

$$I_d = \left[\sum c_p^i \times \chi_i \right] \times T_1 \times \left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{R_{\text{сум}}}{\sum c_p^i \times \chi_i}} \right] \quad (7)$$

або, підставивши теплоємність метану, оскільки необхідно враховувати, що його вміст істотно впливає на показники роботи турбодетандера, отримаємо наступне рівняння для розрахунку роботи турбодетандера:

$$I_d = \left[c_p^{\text{CH}_4} \times \chi_{\text{CH}_4} + \sum c_p^i \times \chi_i \right] \times T_1 \times \left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{R_{\text{сум}}}{c_p^{\text{CH}_4} \times \chi_{\text{CH}_4} + \sum c_p^i \times \chi_i}} \right] \quad (8)$$

Як видно з рівняння (8), зі зменшенням частки метану теплоємність

суміші зменшується і відповідно комплекс $\left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{R_{\text{сум}}}{c_p^{\text{CH}_4} \times \chi_{\text{CH}_4} + \sum c_p^i \times \chi_i}} \right]$ також

зменшується і як наслідок, робота детандера стане меншою, як це і, представлено на рис. 3.

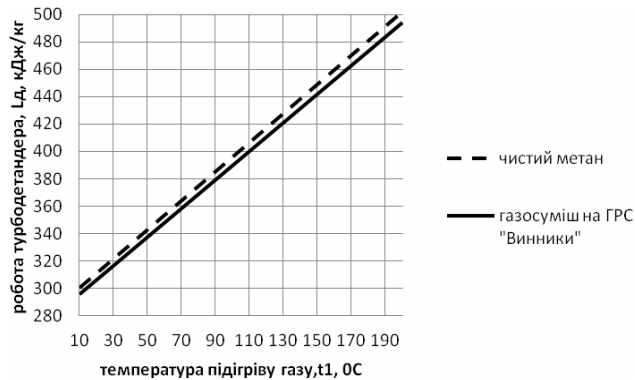


Рис. 3. Робота, вироблена турбодетандером, залежно від вмісту природного газу

Ці розрахунки проводили для перепадів тиску природного газу на ГРС "Винники" – 3,6/0,23 МПа. Температура газу на вході в турбодетандер приймали в діапазоні 10...150 °С.

На рис. 3 представлено залежність роботи турбодетандера від температури підігріву газу перед детандером і вмісту природного газу для перепадів тиску, характерних для роботи ГРС. Як видно з графіка, чим менше метану в природному газі, тим меншою є потужність, що виробляє детандер. Це пояснюють тим, що зменшення частки чистого метану зменшує теплоємність газової суміші. Похибка величини роботи турбодетандера, що працює на природному газі, від роботи турбодетандера, що працює на чистому метані, дорівнює 1,6 %. Враховуючи, що по магістральним газопроводам України транспортується природний газ із різним вмістом метану (в межах 85,8-

98,8 %), варто мати на увазі, що зниження частки метану в газі на кожні 10 % призводить до розбіжності в розрахунку потужності роботи ТДУ в межах 7 % у визначенні потужності ТДУ.

Висновки. Як видно з наведених розрахунків, використання рівняння ідеального газу приводить до похибки у визначенні реальної потужності ТДУ. Тому для розрахунку надалі потрібно використовувати рівняння для визначення роботи турбодетандера з реально транспортованого у трубопроводі газу. Потрібно також враховувати, що зі зниження частки чистого метану зменшується теплоємність газової суміші, а приймаючи це у розрахунках, отримаємо змогу більш точно визначити питому роботу турбодетандера.

Література

- Агабабов В.С. Детандер-генераторные агрегаты на тепловых электрических станциях / В.С. Агабабов, А.В. Корягин. – М. : Изд-во МЭИ, 2005. – 48 с.
- Агабабов В.С. Основные особенности применения детандер – генераторных агрегатов на ТЭЦ / В.С.Агабабов // Энергосбережение и водоподготовка. – 2002. – № 3. – С. 27-29.

Берлинг О.Ю. Влияние давления, температуры и количественного содержания метана в транспортированном газе на режим работы турбодетандерной установки

Показано влияние термодинамических характеристик природного газа на режим работы турбодетандерной установки. При совершении расчетов по определению работы турбодетандера с идеальным газом предложено учитывать погрешность по содержанию доли метана в транспортированном газе. Получены графические зависимости.

Ключевые слова: работа турбодетандера, показатель адиабаты, удельная теплоемкость.

Berling O.Yu. Influence of pressure, temperature and quantitative methane transported gas in regime turbo expander plant.

In the article influence of thermodynamics descriptions of natural gas is retined on the mode of operations of the turbo-expander setting. At carried out calculations in relation to determination of work of turbo-expander on ideal gas it is suggested to take into account an error in relation to maintenance of fate of methane in the transported gas. Graphic dependences are got.

Keywords: work of the turbo-expander setting, index of adiabatic, specific heat capacity.

УДК 630*[1+811.2]

Доц. І.М. Сопушинський, канд. с.-г. наук –
НЛТУ України, м. Львів

АНАТОМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПРЯМОВОЛОКНИСТОЇ ТА ХВИЛЯСТО-ЗАВИЛЬКУВАТОЇ ДЕРЕВИНИ ЯВОРА (*ACER PSEUDOPLATANUS L.*) ТА ЯСЕНА ЗВИЧАЙНОГО (*FRAXINUS EXCELSIOR L.*)

Досліджено анатомічні особливості прямоволокнутої та хвилясто-завилькуватої деревини явора та ясена звичайного, а саме: діаметр судин, їх кількість в 1 мм², кількість серцевинних променів в 1 мм та відношення висоти до ширини широких багаторядних серцевинних променів. Статистично підтверджено відмінності будови прямоволокнутої та хвилясто-завилькуватої деревини ясена звичайного та явора. Встановлено анатомічні параметри діагностування дерев із хвилясто-завилькуватою деревиною.

Ключові слова: явір, ясен звичайний, хвилясто-завилькувата деревина, судини, серцевинні промені.

Вступ. Структурні особливості формування аномальної деревини відбивають стратегічні аспекти лісівничо-екологічної адаптації деревної рослини до навколишнього середовища, зокрема оптимізації її гідралічних та біомеханічних властивостей [3-5]. Формове різноманіття за структурою деревини ясена звичайного та явора характеризується хвилястою і плуваною завилькуватістю, зовнішній вигляд якої унікальний. Така деревина користується високим попитом у виробників струганого шпону та музичних інструментів [10-12].

Причини утворення й розвитку хвилястої завилькуватості деревини явора та ясена досліджено недостатньо, а проблема збереження та відтворення дерев із декоративною деревиною аномалій потребує особливої уваги [4, 5, 7, 9]. Мотивацією актуальності теми і важливості дослідження анатомічних особливостей формування хвилясто-завилькуватої деревини явора та ясена звичайного є цінні декоративні й акустичні властивості цієї деревини і розроблення моделей її діагностування.

Об'єкт та методика досліджень. Мікроскопічну будову хвилясто-завилькуватої деревини явора¹ та ясена звичайного² досліджували на вікових кернах, відібраних на висоті 1,3 м у 12 модельних дерев. Пробну площу №1 (ПП-1) закладено у вологій смереково-буковій суяличині (С₃-см-бкЯц) району буково-ялицево-смерекових гірських лісів із складом насадження 6Бк2Яц1Ял1Яв [2], ПП-2 – у ясеневому деревостані свіжої грабової діброви (D₂-гД) із складом насадження 4Яз3Гз2Бп1Яв, що, відповідно до схеми лісо-типологічного районування України, належать до свіжого помірного теплого клімату району дніпровських грабових дібров подільського та правобережного секторів із свіжими типами лісорослинних умов з темно-сірими та сірими лісовими ґрунтами [6].

Відповідно до методики дослідження анатомії деревини, вивчено параметричні та кількісні характеристики анатомічних елементів в межах річного приросту. Середній діаметр судин ($d_{суд.}$), їх кількість в 1 мм² ($N_{суд.}$ в 1 мм²) та кількість серцевинних променів в 1 мм ($N_{серц. пром.}$ в 1 мм) встановлено на цифрових фотографіях (1,247×0,935 мм²), отриманих за допомогою мікроскопа Bresser Biolux LCD 40-1600 x. У підсумку розраховано відношення висоти до ширини багаторядних широких серцевинних променів ($a_{серц. пром.}/b_{серц. пром.}$), що є діагностичною ознакою аномальності деревини (рис.) [9].

Результати дослідження. Природні фактори мають істотний вплив на кількість та розміри анатомічних елементів [1, 5, 9, 10]. Статистичний аналіз результатів дослідження анатомічних елементів прямоволокнистої та хвилясто-завилькуватої деревини явора наведено в табл. 1.

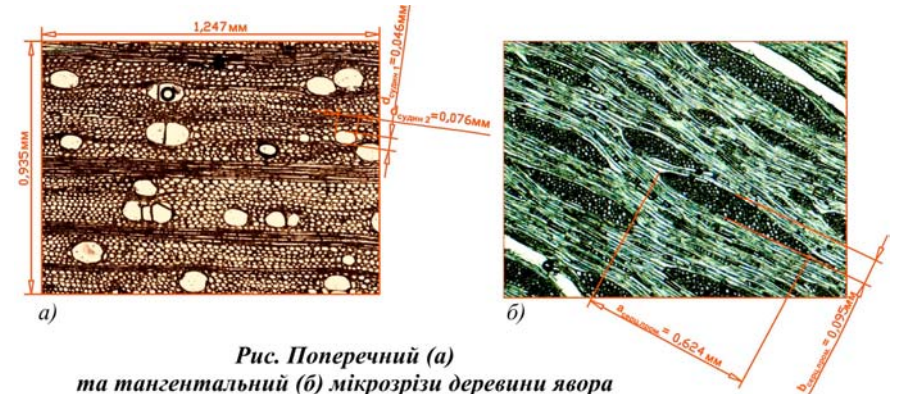


Рис. Поперечний (а) та тангентальний (б) мікрорізи деревини явора

Результати вивчення судин та серцевинних променів прямоволокнистої та хвилясто-завилькуватої деревини явора свідчать про високу варіацію їх абсолютних та відносних параметричних характеристик (табл. 1), що пояснюється впливом лісівничих та екологічних факторів. Показник точності отриманих результатів дослідження змінюється від 0,4 % до 2,7 % і підтверджує їх статистичну достовірність [1, 9].

Табл. 1. Статистична характеристика будови прямоволокнистої та хвилясто-завилькуватої деревини явора

Показник	N, шт.	min	M ^{±m}	max	V, %	P, %
$d_{суд.}$, мкм	3718*	26	74 ^{±0,29}	133	23,8	0,4
	350**	24	62 ^{±0,79}	100	24,1	1,3
$N_{суд.}$ в 1 мм ²	91*	15,3	23,4 ^{±0,40}	30,3	16,5	1,7
	73**	14,6	21,8 ^{±0,58}	36,0	22,9	2,7
$N_{серц. пром.}$ в 1 мм	88*	3,0	4,9 ^{±0,10}	7,9	19,3	2,0
	73**	5,3	7,3 ^{±0,17}	9,6	19,9	2,3
$a_{серц. пром.}/b_{серц. пром.}$	565*	1,3	5,5 ^{±0,09}	11,4	38,0	1,6
	357**	2,9	5,7 ^{±0,08}	12,0	26,9	1,4

Примітка: * прямоволокниста деревина; ** хвилясто-завилькувата деревина; N – кількість проведених вимірювань; min – мінімальне значення; M^{±m} – середнє арифметичне значення та його помилка; max – максимальне значення; V – коефіцієнт варіації; P – показник точності.

Як видно із табл. 1, хвилясто-завилькувата деревина явора характеризується більшою варіацією кількості судин в 1 мм² та їх діаметра. Середній діаметр судин хвилясто-завилькуватої деревини явора становить 62^{±0,79} мкм і більший на 12 мкм, ніж у прямоволокнистої деревини. Безперечним є той факт, що кількість серцевинних променів в 1 мм більша у хвилясто-завилькуватої деревини явора на 32,9 %, а відношення висоти до ширини багаторядних широких серцевинних променів свідчить про збільшення їх розмірів.

Враховуючи те, що ясен звичайний належить до класу кільцесудинних деревних порід, необхідно враховувати варіацію розмірів анатомічних елементів в межах річного приросту, де чітко відмежовується рання та пізня деревина (табл. 2) [1,9].

¹ ПП-1, квартал 17, виділ 3, Краснянське лісництво, ДП "Верховинське лісове господарство";

² ПП-2, квартал 4, виділ 5.2, Вороновицьке лісництво, ДП "Вінницьке лісове господарство"

Табл. 2. Статистична характеристика будови прямоволокнистої та хвилясто-завилькуватої деревини ясеня звичайного

Показник		N, шт.	min	M ^{±m}	max	V, %	P, %
d _{суд.}	рання деревина	100*	72	154 ^{±6,19}	338	40,2	4,0
		47**	151	206 ^{±5,08}	281	16,9	2,5
	пізня деревина	100*	15	51 ^{±2,46}	129	48,0	4,8
		47**	39	59 ^{±2,48}	102	29,0	4,2
N _{суд.} в 1мм ²		100*	4,1	8,4 ^{±0,31}	12,3	37,2	3,7
		47**	4,1	9,8 ^{±0,30}	12,3	21,3	3,1
N _{серд. пром.} в 1 мм		100*	3,5	5,4 ^{±0,16}	8,2	30,3	3,0
		47**	4,7	6,7 ^{±0,21}	9,3	21,8	3,2
a _{серц. пром.} /b _{серц. пром.}		100*	2,8	5,2 ^{±0,13}	8,5	24,3	2,4
		251**	1,9	4,3 ^{±0,07}	8,2	24,6	1,6

Результати дослідження анатомічних елементів прямоволокнистої та хвилясто-завилькуватої деревини ясеня звичайного свідчать про збільшення середнього діаметра великих судин ранньої хвилясто-завилькуватої деревини на 25,2 %. Кількість серцевинних променів в 1 мм менша на 1,3 серцевинних промені у прямоволокнистої деревини.

Отже, виходячи з аналізу результатів дослідження прямоволокнистої та хвилясто-завилькуватої деревини явора й ясеня звичайного, можна стверджувати про збільшення частки променевої паренхіми у річному прирості хвилясто-завилькуватої деревини, що є її діагностичною особливістю.

Висновки. На підставі отриманих результатів досліджень можна зробити такі висновки: 1) середній діаметр судин хвилясто-завилькуватої деревини явора становить 62^{±0,79} мкм і більший на 12 мкм, ніж у прямоволокнистої деревини; 2) кількість серцевинних променів в 1 мм більша у хвилясто-завилькуватої деревини явора на 32,3 %, ніж у прямоволокнистої; 3) середній діаметр великих судин хвилясто-завилькуватої деревини ясеня звичайного на 25,2 %, а кількість серцевинних променів в 1 мм – на 1,3 більша, ніж у прямоволокнистої деревини; 4) відношення висоти до ширини багаторядних широких серцевинних променів прямоволокнистої деревини явора становить 5,5^{±0,09}, ясеня звичайного 5,2^{±0,13} тоді як хвилясто-завилькуватої 5,7^{±0,08} та 4,3^{±0,07} відповідно.

Література

1. Вінтонів І.С. Деревинознавство : навч. посібн. [для студ. ВНЗ] / І.С. Вінтонів, І.М. Сопушинський, А. Тайшінгер. – Вид. 2-ге, [перероб. та доп.]. – Львів : Вид-во "Апріорі", 2007. – 312 с.
2. Герушинський З.Ю. Типологія лісів Українських Карпат : навч. посібн. [для студ. ВНЗ] / З.Ю. Герушинський. – Львів : Вид-во "Піраміда", 1996. – 208 с.
3. Гольтроф Е.И. Анатомическое строение волнисто-древесных форм ясеня монжурского и ясеня обыкновенного / Е.И. Гольтроф // Строение, свойства и качество древесины: материалы симпозиум координационного совета по современным проблемам лесоведения : матер. научн. конф., 13-17 нояб. 1990 г. – М. : Изд-во "Прогресс", 1990. – С. 119-122.
4. Коровин В.В. Строение стебля древесных растений при аномальном росте : учебн. пособ. [для студ. ВУЗов] / В.В. Коровин, Г.А. Курносов. – М. : Изд-во Моск. госудр. унив., 2004. – 194 с.
5. Курносов Г.А. Структурные аномалии стебля древесных растений и их использование в селекции : дисс. ... д-ра с.-х. наук: спец. 06.03.01 – "Лесные культуры, селекция, семеноводство" / Г.А. Курносов. – М. : Изд-во "Прогресс", 2002. – 299 с.

6. Остапенко Б.Ф. Лісова типологія : навч. посібн. [для студ. ВНЗ] / Б.Ф. Остапенко, В.П. Ткач. – Харків : Вид-во ХДАУ, 2002. – 204 с.
7. Сопушинський І.М. Класифікація та оцінка якості декоративної деревини: клена-явора (*Acer pseudoplatanus* L.), бука (*Fagus sylvatica* L.) та ясеня (*Fraxinus excelsior* L.) / І.М. Сопушинський // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2012. – Вип. 22.2. – С. 106-111.
8. Барбарич А.І. Флора УРСР / А.І. Барбарич, Д.М. Віслюкіна, Д.М. Доброчаєва та ін. / за ред. М.І. Котов, А.І. Барбарич. – К. : Вид-во АН Української РСР. – 1957. – Т. VIII. – 544 с.
9. Яценко-Хмелевский А.А. Основы и методы анатомического исследования древесины / А.А. Яценко-Хмелевский. – М.-Л. : Изд-во АН СССР, 1954. – 337 с.
10. Beiträge zur Esche / Verantwortlich O. Schmidt. – Freising: Baeryrische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, 2002. – 94 s.
11. Pliūra A. Common ash (*Fraxinus excelsior* L.): technical guidelines for genetic conservation and use / A. Pliūra, M. Heuertz. – Rome : EUFORGEN, 2003. – 6 p.
12. Wobst J. Variabilität der Faserneigung im Holz der Esche (*Fraxinus excelsior* L.) und Douglasie (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franko) / J. Wobst, J.V. Oliver-Villanueva, R. Doebel // Holz als Roh- und Werkstoff. – 1994. – Vol. 52. – S. 342-346.

Сопушинский И.Н. Анатомические особенности прямоволокнистой и свилеватой древесины явора (*Acer pseudoplatanus* L.) и ясеня обыкновенного (*Fraxinus excelsior* L.)

Исследованы анатомические особенности прямоволокнистой и свилеватой древесины явора и ясеня обыкновенного, а именно диаметр сосудов, их количество в 1 мм², количество сердцевинных лучей в 1 мм и отношение высоты и ширины широких многорядных сердцевинных лучей. Статистически проанализированы различия строения прямоволокнистой и свилеватой древесины ясеня и явора, а также установлена вариация значений для ее диагностирования.

Ключевые слова: явор, ясень обыкновенный, свилеватая древесина, сосуды, сердцевинные лучи.

Sopushynskyy I.M. Anatomical features of straight- and wavy-grained wood of sycamore (*Acer pseudoplatanus* L.) and European ash (*Fraxinus excelsior* L.)

In the paper has been studied anatomical features straight – and wave-grained wood of sycamore and European ash, namely the diameter of vessels, its number in 1 mm², the number of rays in 1 mm and the ratio of height and width of the multiseriate rays. It has been statistically analyzed the differences straight- and wave-grained wood of sycamore and ash, as well as set the variations for their diagnosis.

Keywords: common ash, sycamore, wavy-grained wood, vessels, rays.

УДК 674-41 Аспір. О.О. Кривик; доц. В.О. Маєвський, канд. техн. наук; ст. викл. С.В. Жмурко, канд. с.-г. наук – НЛТУ України, м. Львів

ПЕРЕДУМОВИ ПОЄДНАННЯ РІЗНИХ ПОРІД ДЕРЕВИНИ У КЛЕЄНИХ ЩИТАХ

Розглянуто передумови поєднання рейок різних порід деревини у клеєних щитах з метою отримання екологічного та естетичного матеріалу із відповідними фізико-механічними та технологічними властивостями. Проаналізовано залежність формостійкості щитів, клеєних з різних порід деревини, від впливу експлуатаційних факторів, зокрема вологості та температури.

Ключові слова: поєднання різних порід деревини, клеєний щит, формостійкість, вологість, моделювання.