

УДК 574.4+57.045+58.032

**ВОЛОГОВМІСТКІСТЬ ДЕРЕВ В УМОВАХ
СЕЗОННИХ ЗМІН**

О.О. Шугуров

Дніпропетровський національний університет

ім. Олесь Гончара

shugu@yandex.ua

Изучали изменения влагоемкости образцов ветвей *Juglans régia*, *Aesculus hippocastanum*, *Bétula pendula* и *Prúnus armeniáca* в различные сроки годовых сезонов методом сжигания живых ветвей и вырезанных столбиков образцов ветвей. Наличие коры в образце дает специфический выгиб графиков, зависящий от влажности упругости древесины указанных растений. Показано, что усушка образцов уменьшает разброс характеристики упругости, причем, при отсутствии коры могут проявляться изменения плотности в толще древесины. Данные могут быть полезны для понимания специфики влагостойкости деревьев в степной зоне Украины.

Древесина, влажность, упругость, кора, экология, лесоведение.

ВСТУП

При оцінці екології рослинних популяцій та їх прив'язки до середовища зростання, одним з якісних показників розвитку дерев є вологість деревини, яка тісно пов'язана з її фізичними та механічними властивостями [2]. Найважливіша риса пружності деревини, як показника якості, є її універсальність, оскільки межі міцності деревини із збільшенням її пружності – зростають. Зв'язок між шириною річного шару з міцністю деревини неоднозначна, у той же час пружність перевершує більшість показників макроструктури у прояві міцності [6]. Так, для хвойних порід із зменшенням ширини річного шару в онтогенезі щільність деревини збільшується (і, відповідно, – пружність), у кільцесудинних порід спостерігається протилежна закономірність – при зменшенні ширини річного шару щільність деревини також зменшується [1]. Відомо, що у різні сезони вологість деревини змінюється, але як це впливає на зміну пружності та, відповідно, якості деревини – відомо недостатньо. Тому метою дослідження була оцінка зміни пружності деяких

видів дерев степової зони України в залежності від її вологості у різні пори року.

УМОВИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для аналізу вологості та пружності деревини брали чотири види дерев: *Júglans régia* (волоський горіх), *Aesculus hippocastanum* (гіркокаштан звичайний), *Bétula pendula* (береза повисла) та *Prúnus armeniáca* (абрикос звичайний). Випробування деревини з метою визначення показників фізико-механічних і технологічних властивостей проводили на різних молодих погонах товщиною 1,2–1,5 см. Із одних гілок вирізали стовбчики деревини довжиною 2 см та проводили аналіз пружності при послідовному їх висиханні (використовували зразки як з корою, так і без), контрольні гілки аналогічного розміру залишали на досліджуваному дереві та зрізали у різні пори року (кінець зими, весна, літо).

Оцінку пружності у контролі та лабораторних умовах проводили з використанням приладу [4], що дозволяв встановлювати міцність (кг/мм²) деревини шляхом її стискання (площа зонду – 1 мм²). Для визначення об'єму ширину й товщину зразка вимірювали посередині висоти, а висоту – між центрами основи [5]. Вимір проводили мікрометром з точністю до 0,01 мм. Зразки знаходилися у приміщенні, що призводило до їх повільної усушки до постійної маси (поки при зважуваннях його маса переставала змінюватися) відповідно стандартних методик [3]. Перше зважування зразків робили відразу після вирізання, наступні – через кожні 6 год.

Вологість деревини W ваговим методом, обчислювали у відсотках за формулою:

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \cdot 100\% \quad (1)$$

де m_1 – маса зразка деревини до висушування, m_2 – маса того ж зразка в абсолютно сухому стані. Перевага вагового методу – досить точне визначення вологості деревини при будь-якій кількості вологи.

За результатами вимірювань будували родину графіків зміни величини швидкості проникнення зонду у тканину

деревини в залежності від сили здавлення, за формою графіків з урахуванням сорту дерева та вологості оцінювали якість деревини. Результати дослідів обробляли методами варіаційної статистики.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Розкид вибраних зразків обумовлено тим, що всі вони суттєво відрізняються як за вологістю, так і за пружністю деревини та кори. Усі ці дерева добре зростають у степовій зоні України і досить показові при оцінці параметрів деревини у онтогенезі та під впливом екологічних та генотипових факторів [6].

У дослідах ми вивчали такі залежні параметри, як пружність деревини та її вологість. У багатьох випадках треба знати величину пружності зразків, оскільки, чим більша пружність деревини, тим кращі її механічні якості [6, 7].

У наших попередніх повідомленнях ми вказували, що у міру підвищення вологості деревини можуть змінюватися параметри її пружності [8]. У розглянутих зразках у залежності від вологості змінюються як лінійні розміри, так і їх пружність. В середньому при їх діаметрі 1,4 мм (за вологості 94 %) зменшення (усихання) було нелінійним. Так, за вологості 37 % діаметр був в середньому 1,3 мм, при її зменшенні до 10–12 % – 1,29 мм. В той же час при висиханні рослини подовжня довжина об'єкту практично не змінювалася. Відповідно вологості змінюється і пружність зразків, що для розглянутих рослин наведено у таблиці 1.

Можна зазначити, що висихання та зменшення пружності деревини рослини, в першу чергу, проявляється у змінах щільності у її радіальному напрямку. Тому найбільш об'єктивні характеристики міцності деревини також проявляються саме при зондуванні рослини у радіальному напрямку.

Треба враховувати, що відповідний внесок у пружність тканин рослини дає кора. Накопичення води корою суттєво відрізняється від такого процесу для ядра, тому, проводячі аналіз міцності дерева в процесі накопичення вологи потрібно

враховувати фізичні параметри деревини як з корою, так і без кори.

Таблиця 1 – Зв'язок між вологістю тканин гілок та пружністю деревини досліджуваних рослин

Table 1 – Relationship between moisture and elasticity fabric wood chipper studied plants

<i>Juglans régia</i>	Вологість, %	94±1,2	88,6±1,0	41,15±0,6	37,2±0,3	14±0,11	p<0,05
	Пружність, кг/мм ²	1,95±0,05	2,01±0,06	2,85±0,1	3,05±0,12	4,0±0,13	p<0,05
<i>Aesculus hippocastanum</i>	Вологість, %	80±1,16	76,4±1,19	51±0,44	23±0,27	18,8±0,9	p<0,05
	Пружність, кг/мм ²	1,65±0,04	1,7±0,04	2,5±0,08	3,4±0,11	4,5±0,12	p<0,05
<i>Bétula pendula</i>	Вологість, %	91,55±2,3	80,45±1,1	58,2±0,82	33,7±0,53	15,2±0,6	p<0,05
	Пружність, кг/мм ²	2,3±0,08	2,75±0,1	3,2±0,09	4,3±0,12	5,1±1,5	p<0,05

Для вказаних рослин вимірювання у різні пори року та за різного ступеня вологості ґрунту дали родину кривих залежності величини вдавлювання робочого кінця досліджувального зонду (Δl , мм) від величини тиску P на площу деревини (кг/мм²). При зміні пори року (зима → весна → літо) та підвищенні швидкості руху соків у гілках вологість їх тканин знижувалася, але в цілому характеристики пружності "живої" деревини відповідали вирізаним зразкам з аналогічним рівнем вологості.

На рис.1 а наведено вказані криві величини вдавлювання зонду (Δl , мм) від величини тиску P для різного рівня вологості зразків (75,33; 35,33 та 12,63 %) для тканин гілок *Juglans régia*. Експериментальні дані свідчать, що за значної вологості (75,33 %) зростання стиску зразків веде до швидкого входження робочого кінця зонду через кору у тканину деревини. Це веде до невеликого прогину графіку на малих силах впливів (до 1,5 кг/мм²).

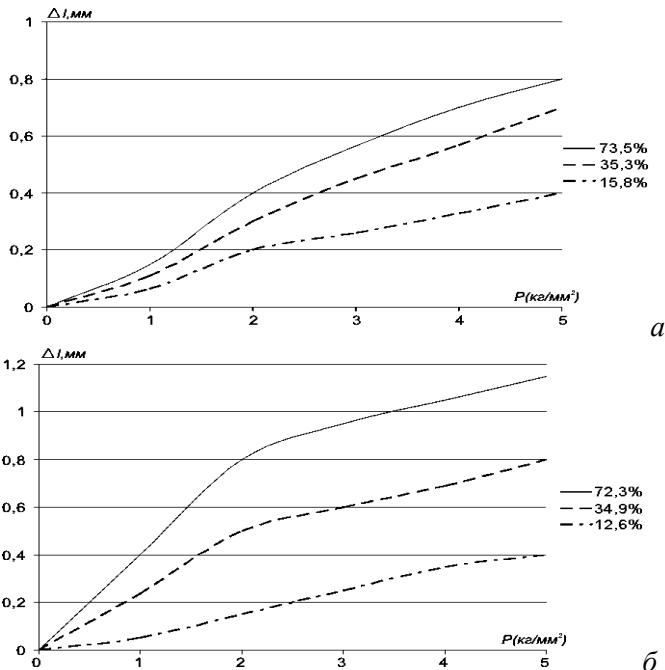


Рисунок 1 – Зміни глибини занурення зонду у тканини зразку від зовнішнього тиску зонду для зразків грецького горіху (*Juglans régia*) з корою (а) та без кори (б): на осі X – глибина занурення зонду (Δl), мм; на осі Y – величина тиску (P), кг/мм². Цифри справа – вологість зразків на час вимірювання.
 Figure 1 – Changes immersion depth probe into the tissue sample from external pressure probe in the sample walnuts (*Juglans régia*)

За підвищення тиску (> 2 кг/мм²) швидкість вдавнення зонду майже лінійна. Зменшення вологості деревини внаслідок відсутності спеціального поливу дерев (графік для 35,3 та 15,8 % вологості) веде до зміни кута нахилу кривої, але загальна тенденція прогину на малих силах для даної рослини зберігається.

Аналіз аналогічних кривих пружності для того ж зразку зі знятою корою свідчить (рис.1, б), що характер вдавнення зонду у тканини дерева для її різної вологості (72,3; 34,9 і 12,6 %)

декілька відрізняються між собою. На графіках можна бачити, що початкове стискання (до 1–1,5 кг/мм²) децю стримується тканинами рослини, але подальше підвищення тиску (вище 2 кг/мм²) призводить до відносно рівномірного продавлення деревини, пропорційне зовнішній силі.

У інших видів дерев (наприклад, *Aesculus hippocastanum*), відповідно на зразках з корою (рис.2, а) та без кори (рис.2, б), міцність тканин гілок дерев істотно пов'язана з щільністю та пружністю кори. В першому випадку (рис.2, а), графік вдавлення зонду у тканину зразка має значення досить близьке до лінійного, але у другому (рис.2, б), початкове навантаження від зонду спрямовується на стиск, в першу чергу, вологої кори, та лише після цього – на деревину. Підсихання зразків призводило до лінеаризації вказаних характеристик.

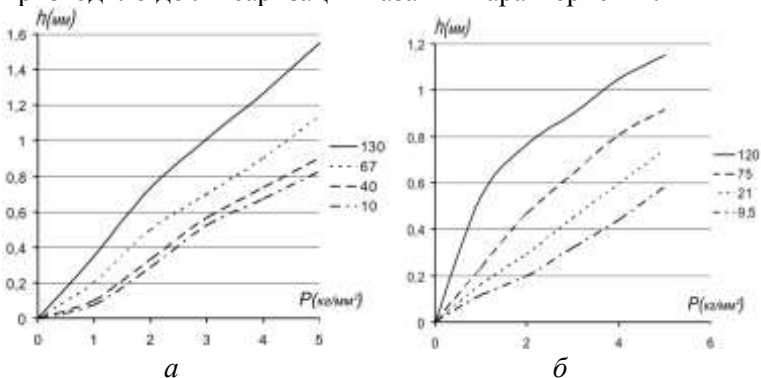


Рисунок 2 – Графіки зміни глибини занурення зонду у тканини гілки рослини (h , мм) від зовнішнього тиску зонду (P , кг/мм²) для зразків кінського каштану (*Aesculus hippocastanum*) з корою (а) та без кори (б). Цифри справа – вологість зразків на час вимірювання.

Figure 2 – Schedule changes immersion depth probe into the tissue branch plants (h , mm) from external pressure probe (P , kg / mm²) for samples to horse chestnut (*Aesculus hippocastanum*)

Фізичні властивості деревини, навіть у однієї й тієї ж породи дерева, бувають неоднакові. Вони можуть змінюватися у досить широких межах залежно від віку дерева, умов його

росту, від присутності або відсутності тих або інших негативних явищ, а також від кількості вологи, що містяться в ній. Таким чином, дані, що знаходять вираження у характеристиках пружності тканин дерев навіть одного виду, завжди будуть більш-менш відрізнятися між собою.

Без кори (рис.1, б, рис.2, б), за великої вологості рослини (кінець зими, коли нема руху води по гілках) зонд спочатку швидко вдавлюється у тканини (за силою до 1–1,5 кг/мм²). Але після початкового здавлення тканин подальший тиск веде до лінійного зміщення зонду від прикладеної сили (>2 кг/мм²). У той же час, за зменшення рівня вологості (наприклад, навесні, при активному руху соку по стеблах) до 75–50 %, пружність тканин у радіальному напрямку практично постійна за величиною. Тому щільність та пружність деревини поперек стовбурів стає близькою до лінійної.

З наведених графіків витікає, що нерівномірність пружності тканини зразку за різної вологості веде до появи локальних максимумів на такому графіку, вигину, зміни кута його нахилу. Маючи повний набір характеристик стискання „живої” деревини з корою та без кори при одночасному визначенні її вологості під час випробування, можна оцінювати якість деревини. Це дозволяє рекомендувати проводити ті або інші заходи зі зміни якості цієї деревини за подальшого зростання рослини (наприклад, додавати добрива та відслідковувати зміни характеристик деревини в процесі росту дерев).

Зміни лінійних розмірів гілок, викликані природним підвищенням рівня вологості, веде до малої зміни їх довжини, тоді як зміни поперечних розмірів досить великі й крім того – різні. У весняний період з накопиченням у гілках води, вона проникає в порожнини клітин та збільшує їх об'єм, та навпаки, коли дерево підсихає в наслідок посухи та губить воду внаслідок її випаровування, обсяг клітин зменшується.

У наших дослідах, завдяки порівнянню графіків протистояння тканин „живої” деревини зовнішньому навантаженню з корою та без кори при різних рівнях вологості деревини були визначені локальні максимуми, вигини та зміни

кута нахилу графіків пружності та, відповідно, щільності. Такі дані може бути важливим у лісівництві при спрямуванні та наданні корисних властивостей деревині у процесі зростання різних дерев.

ВИСНОВКИ

1. Однакові зразки гілок дерев, взяті у різні пори року, вмщують різну кількість води. Графіки пружності такої деревини – нелінійні, та відбивають зміни внутрішньої щільності зразків, пов'язаної з їх вологістю.

2. Сумарна пружність тканин гілок різних дерев залежить від певного взаємовідношення вологості кори та внутрішньої деревини. Зняття кори підвищує загальну пружність залишкової частини стовбуру, підсушення кори та деревини вирівнює характеристики пружності деревини.

3. Дані можна враховувати при створенні вологих умов зростання рослин та одержання при цьому відповідних характеристик їх деревини для екології та лісоведення.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Косиченко Н.Е. Формирование структуры и плотности древесины в онтогенезе / Н.Е. Косиченко // *Мат. III Международ. симп. "Строение, свойства и качество древесины"* (Петрозаводск, 11–14 сент. 2000 г.). – Петрозаводск: Ин-т леса Кад. НЦ. РАН. – 2000. – С. 58–61. Kosichenko N.E. Formirovanie struktury i plotnosti drevesiny v ontogeneze / N.E. Kosichenko // *Mat. III Mezhdunarod. simp. "Stroenie, svoystva i kachestvo drevesiny"* (Petrozavodsk, 11–14 sent. 2000 g.) – Petrozavodsk: In-t lesa Kad. NTs. RAN. – 2000. – S. 58–61.
2. Корчагов С.А. Качество древесины ели в культурах, созданных по разным технологиям / С.А. Корчагов, С.Е. Грибов // *Известия высших учебных заведений. Лесной журнал.* – 2009. – № 2. – С. 134–137. Korchagov S.A. Kachestvo drevesiny eli v kulturah, sozdannyih po raznyim tehnologiyam / S.A. Korchagov, S.E. Gribov //

- Izvestiya vysshih uchebnyih zavedeniy. Lesnoy zhurnal.* – 2009. – №2. – S. 134–137.
3. Кречетов И.В. Сушка древесины / И.В. Кречетов – М.: Бриз инструмент, 2004. – 168 с.
Krechetov I.V. Sushka drevesinyi / I.V. Krechetov – M.: Briz instrument, 2004. – 168 s.
 4. Кулік А.Ф. Спосіб комплексного випробування дерев / А.Ф. Кулік, О.О. Шугуров // Пат. UA на корисну модель № 58802, МПК G01N 33/46, A01G 23/00, A01G 23/02. – заяв. №201011729 від 04.10.2010, опуб. 26.04.2011, бюл. №8.
Kulik A.F. Sposib kompleksnogo viprobuvannya derev / A.F. Kulik, O.O. Shugurov // Pat. UA na korisnu model № 58802, MPK G01N 33/46, A01G 23/00, A01G 23/02. – zaav. №201011729 vId 04.10.2010, opub. 26.04.2011, byul. № 8.
 5. Green D.W. Structural lumber from dense stands of small-diameter Douglas-fir trees / D.W. Green, E.C. Lowell, R. Hernandez // *Forest Products Journal.* – 2005. – V. 55, №7/8. – P. 42–50.
 6. Снегирева С.Н. Влияние экологических и генотипических факторов на формирование древесины каштана посевного / С.Н. Снегирева // *Мат. конф мол. ученых Воронежской гос. лесотех. акад. "Лес. Наука. Молодежь". – Воронеж: ВГЛТА, 2002. – С. 323–326.*
Snegireva S.N. Vliyanie ekologicheskikh i genotipicheskikh faktorov na formirovanie drevesinyi kashtana posevnogo / S.N. Snegireva // Mat. konf mol. uchenyih Voronezhskoy gos. lesotekh. akad. "Les. Nauka. Molodezh". – Voronezh: VGLTA, 2002. – S. 323–326.
 7. Уголев Б.Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения / Б.Н. Уголев – М.: МГУЛ, 2001. – 340 с.
Ugolev B.N. Drevesinovedenie s osnovami lesnogo tovarovedeniya / B.N. Ugolev – M.: MGUL, 2001. – 340 s.
 8. Шугуров О.О. Изменение параметров древесины в условиях роста деревьев / О.О. Шугуров // *Мат. V Міжнарод. наук.-практ. конф. „Спецпроект: аналіз наук. досліджень” (Дніпропетровськ, 17–18 червня 2010 р.). – Дніпропетровськ: СПД Біла К.О., 2010. – С. 18–20.*

Shugurov O.O. *Izmenenie parametrov drevesiny v usloviyah rosta derevev / O.O. Shugurov // Mat. V Mizhnarod. nauk.-prakt. konf. „Spetsproekt: analiz nauk. doslidzhen” (Dnipropetrovsk, 17–18 chervnya 2010 r.). – Dnipropetrovsk: SPD Bila K.O., 2010. – S. 18–20.*

CONTENTS OF MOISTURE IN TREES IN TERMS OF SEASONAL CHANGES.

O.O. Shugurov

Dnepropetrovsk national university, Ukraine

shugu@yandex.ua

Moisture content of wood is one of the quality indicators of the trees in the evaluation of the ecology of plant populations. This moisture is closely related to physical and mechanical properties of trees. The strength of wood is a universal indicator of the quality of the wood. This is due to the fact that the yield strength of the timber by increasing its elasticity are grows.

It is known that in different seasons the moisture of wood is changes. But it is unknown how this affects the change of elasticity of wood and it quality. Therefore, the aim of the study was to evaluate changes in elasticity of some tree species of the steppe zone of Ukraine, depending on it moisture content at different times of the year.

To analyze the moisture and elasticity of the wood we used 4 types of trees. This is *Júglans régia* (walnut), *Aesculus hippocastanum* (chestnut), *Bétula pendula* (birch) and *Prúnus armeniáca* (apricot). The tests on the timber changes in the values of physical-mechanical and technological properties were carried out on different young branches with a diameter of 1,2 – 1,5 sm. Of the branches were cut wood columns with a length of 2 sm. We did an analysis of elasticity of samples in normal condition and after drying and used their with bark and without bark. The control branches of the same size left intact in the target tree and cut it at different times of the year.

We evaluated the elasticity in vivo and in the laboratory using a device that allows you to find strength of the wood at its mechanical compression (test area – 1 mm²). The width and

thickness of the sample timber is measured in the middle of wood column. We weighed the samples immediately after cutting and the next – every 6 hours. Humidity (W) of the wood was determined by mass method by the formula:

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \cdot 100\%$$

where m_1 – mass of the sample timber before drying, m_2 – mass of the same sample in a completely dry state. The results of measurements is required to use for building a family of graphs change of the rate of penetration of the probe into the fabric timber depending on the strength of compression. Final results of the experiments were treated with methods of variation statistics.

In our samples, depending on the humidity were change of linear dimensions and elasticity of timber. The reduction of wood sample (shrinkage) was nonlinear. For the wood samples was noted changes of density in a radial direction. Change of seasons (winter → spring → summer) resulted in a decrease in the moisture content of wood, but in general, the characteristics of samples for "live wood" are correspond to the usual levels of humidity.

By increasing the pressure force ($> 2 \text{ kg/mm}^2$) form of the movement of the probe is almost linear for samples without bark. For samples of wood with bark timetable moving probe has inflection points. but such characteristics depend on the type of wood and the properties of it's bark.

Based on the research we have done a conclusion. Graph of wood elasticity have a non-linear view for different seasons of the year and shows changes in the internal density of the samples. The overall elasticity of wood in different branches of the tree depends on the specific relationship between moisture content in samples and density of the bark and the inner timber. These data can be considered when creating humidity conditions of plant growth and to obtain the required characteristics of the wood during the growth of the tree.