

## ОПРЕДЕЛЯНЕ НА МЕХАНИЧНИТЕ СВОЙСТВА НА ДЪРВЕСИНАТА И ФАКТОРИТЕ, ОТ КОИТО ЗАВИСЯТ

Николай Бърдаров, Мартина Тодорова, Таня Панчева, Евелина Георгиева  
Лесотехнически университет, София

### Резюме

Механичните свойства са много важни за всеки материал. Те определят възможността за проектиране на дървените детайли обработка и експлоатация на дървените конструкции. Подобно на останалите свойства на дървесината и механичните се определят по стандартни методики. Те зависят от трите основни характеристики на дървесината (анизотропия, изменчивост и нехомогенност). Освен тях има редица фактори, влияещи върху стойностите и методиките за изпитване. Статията разглежда определянето на механичните свойства и факторите, от които те зависят. Проследени са принципите на изработване на пробните тела, общите изисквания и методика на тяхното изпитване.

**Ключови думи:** дървесина, якостни свойства, пробни тела, механични изпитвания.

**Keywords:** wood, strength properties, test specimens, mechanical tests.

**JEL:** Q23 Q57, Горско стопанство, екологична икономика.

### Увод

Якостните свойства на дървесината са от решаващо значение за нейната техническа употреба. Оразмеряването на мебелните и строителните конструкции започва със стойностите за механичните свойства на дървесината. Дървесината е уникален материал, за описването на който са използвани три основни характеристики. Това са анизотропията, изменчивостта и нехомогенността. Те силно влияят върху тези свойства и определят поведението на дървесината при механично натоварване.

### Общи сведения за механичните свойства на дървесината

За да се разграничат и дефинират механичните свойства на дървесината, трябва първо да се определят основните характеристики на дървесината, поставена при определено натоварване: якост, твърдост, коравина, еластичност, пластичност и т.н. Освен това механичните свойства на дървесината могат да се проявят под действието на статични, динамични, ударни, вибрационни или продължителни натоварвания. В дървесината, както във всеки друг материал, съпротивителните сили възникват под действието на външни натоварвания. Тези сили на единица площ на сечението на тялото се наричат напрежение. Важно е да се отбележи, че всички свойства се класифицират в зависимост от това дали те са предизвикани от нормални или тангенциални напрежения.

Връзката между механичното напрежение и относителната деформация се дава с закона на Хук. Зависимостта на механичното напрежение от относителната деформация е сложна крива, която започва като права, наклонена линия, в

зоната на еластичните деформации. Колкото повече се отдалечаваме от тази зона (т.е. колкото по-голяма е относителната деформация), толкова повече се приближаваме към зоната на пластичните деформации, (т.е. разрушаването на образеца).

*Статистически анализ на резултатите от изпитването на дървесина.* Основен момент от статистическата обработка на резултатите от едно изследване е в началото. Тогава се поставят и дефинират основните понятия: генерална съвкупност и извадка. За да може изследването да отговори на редица въпроси за изследваното свойство (например плътност) трябва целият експеримент да е правилно планиран. Например, ако изследването е върху плътността на дугласката в България, трябва първо да се изследват месторастенията на този интродуциран дървесен вид у нас (80 култури, заедно с още няколко дървесни вида). Трябва да се подберат насажденията от които да се изследва дървесина, като се спазят редица ограничения. След това на същия принцип да се изберат дървета за изследване, които трябва да бъдат съборени. След като се добият трите секции от тях и дървесината бъде закарана в университета, тя се изследва. Тогава освен определянето на средната плътност на дървесината на дугласка, ще може да се отговори на редица въпроси, например: колко е средната стойност на плътността в отделните месторастения у нас. Вероятно ще може да се напише извод за факторите на средата, влияещи върху плътността, как се променя плътността по височина на стъблото? Как се променят стойностите ѝ в зависимост от изложението, каква е плътността на ядрото и беловината, на ювенилната и зрялата

дървесина и т.н. Изследването започва с оптималния избор на възможностите и ограниченията на изследването. Правилното поставяне на извадката ще позволи правенето на правилни научно-приложни изводи накрая на изследването.

Методи за подбор и подготовка на пробните тела. Всички те са подчинени на два противоположни принципа. От една страна се използват достатъчно големи пробни тела, за да може техните стойности да са валидни за цялото стъбло (геометричното ниво на мащаба). От друга страна телата трябва да са достатъчно малки, за да дадат възможност за провеждане на самото изпитване, за да се получат различни стойности за различните видове дървесина: ядро и беловина; ювенилна, зряла и периферна; стъбло, клони, корени и т.н.

Дървесината има много вродени недостатъци. Има участъци обаче, в които те липсват. Такава дървесина се нарича „чиста“. Всички пробни тела трябва да бъдат изработени от чиста дървесина. Знае се, че съдържанието на вода влияе силно върху свойствата, но и върху принципното провеждане на експеримента и поведението на дървесината. Ето защо съдържанието на вода при провеждане на експеримента също е регламентирано. На първо място обаче стои изискването за ориентацията на пробните тела спрямо трите основни направления (надлъжно, радиално и тангенциално).

*Принципи, общи изисквания и методика на изпитване.* Основният принцип, на който трябва да се подчинява всяко изпитване е повторемостта. Стойностите получени трябва да са верни и съпоставими с тези получени в друг университет или лаборатория. За целта много отдавна са изработени методики, които стандартизират изпитването на всяко свойство. Построени са „Универсални изпитвателни машини“, проследяващи устройства и др. Прилагат се безпрекословно всички изисквания към пробните тела. Изключения правят специалните изследвания. Например: изследване свойствата на дървесината на нарастване. Всички изисквания са подчинени на общите принципи на лабораторните изисквания, ако изследването не изисква друго (например якост на огъване на влажна дървесина).

### **Фактори, влияещи върху механичните свойства**

Има редица фактори, влияещи върху свойствата на дървесината. Те са делат общо на вътрешни и външни. Факторите са многобройни и свързани помежду си, така че е много трудно може да се изолира някой от тях от останалите. Например: Как влияе торенето върху плътност-

та на дъгласката у нас? Въпросът е много сериозен, но как да преценим (и отделим) влиянието на почвената влага върху посоченото изследване? Все пак някои от факторите могат да се посочат за основни и да се отделят от останалите.

*Дървесен вид.* Този фактор е лесен за отделяне от другите, защото той е в основата на изследването. Освен ако не става дума за изследване на дървесина по принцип, без да е определен дървесния вид. Най-често той влияе върху свойствата чрез анатомичния си строеж. Това е толкова важно, че дървесните видове са класифицирани по групи анатомичен строеж. В зависимост от дървесните видове, всяко свойство е разделено на три групи: с малки, със средни и с големи стойности.

*Вид дървесина и позиция в стъблото.* Видът дървесина се изучава в една от първите лекции по „Дървесинознание“. По радиуса на стъблото дървесината може да се дели на ядро и беловина. Отделно първите няколко пръстена се наричат ювенилна дървесина, слад която следва зрялата и накрая периферната. Всички изброени по-горе дървесини имат различни свойства. Ядрото има по-високи механични показатели от беловината, зрялата дървесина от своя страна превъзхожда ювенилната и т.н. Събирането им в един сортимент (напр. дъска) се нарича нехомогенност и е голямо предизвикателство за обработката на фасонираните материали.

*Направление на изпитване.* Основно свойство, което притежава дървесината е анизотропия – различни стойности на дадено свойство в различните направления. Анизотропията е толкова силно влияещ фактор, че може да промени коренно начинът на изпитване. Например в надлъжно направление има срязване, а в напречно – прерязване. Дори и малко отклонение от надлъжното направление (т.нар. наклон на влакната) може силно да влоши стойностите на механичните свойства.

*Съдържание на вода.* Якостните свойства зависят и от съдържанието на влага в дървесината. Над границата на насищане на влакната, якостните свойства са повече или по-малко независими от съдържанието на вода в дървесината. Под този праг обаче ( $w < 30\%$ ), якостта се увеличава, колкото по-суха става дървесината. С увеличаване на съдържанието на вода с 1%, якостните свойства може намалееят както следва (в диапазона на влажност между 8 и 30%).

*Плътност на дървесината.* Плътността на дървесината и дървесните материали има определящо влияние върху якостните свойства. Тя е комплексен качествен параметър и позволява първа груба оценка на якостта. Обикновено с увеличаване на плътността якостта нараства линейно. Колкото по-плътна е изплетена кле-

тъчната стена и колкото по-дебела е тя, толкова по-голяма трябва да бъде здравината на дървесината.

*Структура на дървесината.* Якостта на дървесината се увеличава с увеличаване на съдържанието на късна дървесина. Разликите в стойностите на механичните свойства от своя страна могат да се обяснят с наличието на сърцевинни лъчи, за които радиалното направление е надлъжно. Тук като най-силно влияещ фактор може да се посочи наклона на влакната.

*Наличие на недостатъци.* Чеповеите имат по-висока плътност от околната (стъблова) дървесина. Освен това влошават анизотропията, като причиняват промяна в ориентацията на влакната близо до тях. Поради възникващите пикове на напрежение, разрушаването на дървесината се случва най-вече в близост до чеповеите. Според някои автори не толкова броят на чеповеите, колкото диаметърът на най-големият чеп влияе силно върху якостните свойства. Натисковата дървесина има по-висока якост на натиск и огъване от нормалната дървесина поради променения си структурен дизайн, което предизвиква значително по-висока плътност. Засмоляването също води до понижаване на якостните свойства.

Условията на средата влияят най-вече с относителната влажност на въздуха, която променя съдържанието на вода в дървесината. Дървесината в така нареченото сурово състояние (влажност над насищането на влакна) има значително по-ниска якост, отколкото в нормален климат. Повишаването на температурата обикновено води до намаляване на якостта и на модула на еластичност както за дървесината, така и за материалите на основата на дървесина. Обичайните температурни колебания при практическа употреба, особено на закрито, обикновено не се вземат предвид при статични изчисления.

*Влияние на топлината.* Термичното влияние върху свойствата на дървесината и дървесните материали се дължи на факта, че обемът на материала се увеличава поради по-голямата амплитуда на трептене на атомите и молекулите. Нагриването на кристалните части на дървесното вещество води до повишено топлинно трептене на звената на молекулната верига едно спрямо друго. Силата на привличане намалява с увеличаване на температурата и съдържанието на вода. Кратковременното влияние на температурата е от практическо значение при изгарянето (опожаряването) на дървени конструкции. Продължителното термичното излагане също влияе върху промяната на свойствата, като с времето намаляват техните стойности.

*Продължителност на натоварване.* Свойствата са значително повлияни от метода на тестване. Важни влияещи фактори са скоростта и продължителността на натоварването, видът на товара и геометрията на пробата. В повечето държави е възприета мярката за продължителността – около 1,0–1,5 min. При време по-кратко от него, вече се говори за скорост на натоварване. Скоростта на натоварване значително влияе върху свойствата.

*Влияние на типа натоварване.* Якостните свойства са значително повлияни от вида на натоварването. Така якостта на опън надлъжно на влакната за масивна дървесина е около два пъти по-висока от якостта на натиск, а якостта на огъване се намира между тези две стойности.

### Заклучение

Дървесината като всеки материал има механични свойства, които определят пригодността ѝ за дадени сфери. Техните стойности се използват като основни данни за проектиране на дървесните изделия. Параметрите на обработката на дървесината също зависят от тях.

Факторите, които влияят върху тези свойства са много разнообразни и различни по своята значимост. Могат да се разделят на вътрешни и външни. Въпреки, че те са идентични с тези при другите материали, природата на дървесината определя степента на тяхното влияние. Тя е не само върху стойностите на свойствата, но и върху методиката на изпитване.

Механичните свойства са едни от най-важните характеристики, които определят възможността дървесината да се използва в определени сфери. За някои от тях тя е незаменим материал.

### Литература

1. Бърдаров, Н. *Ръководство за идентифициране на дървесни видове по анатомичните особености на дървесината*. Издателска къща при ЛТУ. София. 2014.
2. Бърдаров, Н. *Дървесинознание. 2 част. Недостатъци на дървесината*. Издателска къща при ЛТУ. София. 2019.
3. Блъскова, Г. *Дървесинознание*. Учебник. Издателска къща при ЛТУ. София. 2009.
4. Енчев, Е. *Дървесинознание*. Учебник. Земиздат, София. 1984.
5. Николов, С., Енчев, Е. *Влажност на дървесината*. Земиздат, София. 1967.
6. Уголев, Б. *Дървесиноведение с основами лесного товароведения*. 2007.
7. Bosshard, H. *Holzkunde. Band 2. Zur Biologie, Physik und Chemie des Holzes*. Birkhäuser Verlag, Basel–Boston–Stuttgart. 1982.
8. Grosser, D., Teetz, W. *Einheimische Nutzhölzer. Vorkommen, Baum- und Stammform*.

- Holzbeschreibung, Eigenschaften, Vverwendung.* CMA und Arbeitsgemeinschaft Holz e.V. Bonn. 1987.
9. Kollmann, F., Wilfred Jr., A. *Principles of Wood Science and Technology.* Springer – Verlag, Berlin Heidelberg New York. 1968.
  10. Reinprecht, L. *Wood. Deterioration, Protection and Maintenance.* WILEY Blackwell. 2016
  11. Richter, H., Dallwitz, M. *2000 Onwards. Commercial timbers: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval.* In English, French, German, and Spanish. Version: 25th June 2009. DELTA Home. [\[https://www.deltainkey.com/wood/index.htm\]](https://www.deltainkey.com/wood/index.htm).
  12. Stanko, Y., Gorbacheva, G. *Wood species and major wood defects.* WWF Russia. Moscow. 2010.
  13. Wagenführ, R., Scheiber, C. *Holzatlas.* VEB Berlin: Springer-Verlag. 1996.
  14. Wagenführ, R. *Anatomie des Holzes.* VEB Fachbuchverlag Leipzig. 1984.

## **DETERMINATION OF THE MECHANICAL PROPERTIES OF WOOD AND THE FACTORS ON WHICH THEY DEPEND**

**Nikolai Bardarov, Martina Todorova, Tanya Pancheva, Evelina Georgieva  
University of Forestry, Sofia, Bulgaria**

### **Abstract**

Mechanical properties are very important for any material. They determine the possibility of designing wooden details, processing and operation of wooden structures. Like other wood properties, the mechanical properties are determined according to standard methods. They depend on the three main characteristics of wood (anisotropy, variability and inhomogeneity). Apart from these, there are a number of factors influencing the values and test methods. The article examines the determination of mechanical properties and the factors on which they depend. The principles of making the test bodies, the general requirements and the methodology of their testing have been traced.