

А. К. ПЕТРУША
доцент кандидат с.-х. наук

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСИНЫ ЕЛИ ОБЫКНОВЕННОЙ ОСНОВНЫХ ТИПОВ ЛЕСА БССР

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О РАСПРОСТРАНЕНИИ ЕЛИ ОБЫКНОВЕННОЙ В ЛЕСОНАСАЖДЕНИЯХ СССР И ЕЕ ХОЗЯЙСТВЕННОМ ЗНАЧЕНИИ

Главнейшими ботаническими видами ели, произрастающими в СССР и имеющими то или иное хозяйственное значение, являются: ель обыкновенная, сибирская, аянская, восточная и тьянь-шаньская. Из указанных ботанических видов наиболее высокими показателями физико-механических свойств и лучшими качествами обладает древесина ели обыкновенной.

Ель обыкновенная произрастает почти на всей Европейской части территории СССР; на севере она доходит почти до границы древесной растительности; на юге граница ее распространения близко совпадает с северной границей черноземной полосы; с запада на восток произрастает на всем протяжении от западных границ СССР до Урала. Ель обыкновенная в лесонасаждениях указанных районов занимает второе место после сосны по распространению и по хозяйственному значению.

Если в недалеком прошлом ель считалась породой только «заменяющей» сосну и древесина ее применялась с известными ограничениями, то в настоящее время она применяется наряду с сосной без всяких ограничений.

Кроме этого, белый цвет, малая смолистость, несколько большая длина волокон создали преимущество древесине ели в применении для целлюлозно-бумажного производства. Однородность строения и связанная с этим способность резонировать звук обуславливают исключительное применение древесины ели для изготовления музыкальных инструментов.

Наилучшей считается древесина ели в тарном производстве.

Благодаря поверхностной корневой системе сортименты для речного судостроения — кокоры — заготавливают почти исключительно из ели.

Кора ели широко применяется в кожевенной промышленности в качестве дубильных материалов. Очень трудно назвать такую отрасль промышленности, в которой ограничивается применение древесины ели.

В нашем лесном экспорте ель также занимает место не менее важное, чем сосна. Недостатком древесины ели является то, что она имеет сравнительно меньшую стойкость и вследствие большей сучковатости и повышенной твердости сучков труднее обрабатывается, чем древесина сосны.

Несмотря на такое широкое распространение и весьма большое хозяйственное значение ели, свойства древесины ее мало изучены.

Если в ГОСТе 4631-49 «Показатели физико-механических свойств древесины» указаны основные физико-механические свойства древесины сосны Кольского полуострова, севера Европейской части СССР, Урала, УССР, некоторых центральных районов СССР, то для древесины ели обыкновенной указаны только данные для ели севера Европейской части СССР и весьма обобщенные данные для ели центральных районов.

В БССР ель обыкновенная занимает в насаждениях 9,5% лесной площади, т. е. также занимает второе место после сосны. К сожалению, сведения о строении и свойствах древесины ели, произрастающей в БССР, до сего времени в литературе отсутствуют, и такие исследования никем не проводились.

Учитывая вышеизложенное, нами были проведены исследования строения и физико-механических свойств древесины ели с учетом условий произрастания, исследование товарности еловых насаждений, степени распространенности главнейших пороков древесины в еловых насаждениях различных типов леса и их влияния на свойства древесины и на выход лесных товаров и сортиментов.

Не имея возможности изложить в данной статье полностью выполненные нами работы, ограничимся только краткими сведениями о свойствах и влиянии условий произрастания (типов леса) на физико-механические свойства древесины ели.

КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОБНЫХ ПЛОЩАДЕЙ И МЕТОДИКА СБОРОВ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для исследования физико-механических свойств древесины ели с учетом условий произрастания нами были приняты еловые насаждения следующих типов леса БССР: ельник-черничник; ельник-кисличник; ельник мшистый; ельник дубняковый.

Сбор материалов проводился в кварталах 83, 105, 119

Брожского лесничества, Бобруйского лесхоза; в кварталах 236, 237 Гроднянского лесничества, Осиповичского лесхоза, Могилевской области; в кварталах 192, 196, 198 Червенского лесничества, Червенского лесхоза, и в кварталах 29, 30 Новинковского лесничества, Несвижского лесхоза, Минской области. Лесоучастки для отвода пробных площадей выбирались по классификации типов леса академика В. Н. Сукачева. В насаждениях указанных лесничеств было заложено 12 пробных площадей по 0,5 га каждая.

Пробные площади закладывались в местах наиболее типичных и характерных для насаждений вышеуказанных типов леса. На каждой пробной площади производилось описание покрова, подлеска, подроста, рельефа, описание почв по горизонтам, для чего выкапывалось на каждой пробной площади по два шурфа. Определялись строение и состав насаждения, возраст, полнота, бонитет, класс товарности и ряд других таксационных данных, предусмотренных стандартной карточкой пробной площади.

На основании сплошного перечета по ступеням толщины все деревья на пробных площадях распределялись по группам по их крупности и из каждой группы выбирались модельные деревья из числа наиболее типичных и характеризующих насаждение на пробной площади.

В таблице 1 приводим краткое описание пробных площадей.

На 12 перечисленных в таблице пробных площадях было срублено 60 модельных деревьев. Для исследования физико-механических свойств древесины с каждого модельного дерева вырезалось два кряжа длиной по 1,25 м, 1 кряж вырезался на высоте 1,3 м и второй — под кроной ствола. На половине высоты подкромной части ствола и в кроне через каждые два метра вырезались кряжи длиной по 0,5 м каждый. Всего было заготовлено 120 кряжей длиной 1,25 м и 315 — длиной 0,5 м. Из заготовленных кряжей по диаметру север-юг вытесывались пластины толщиной 8 см, которые доставлялись в лабораторию института, где в специально приспособленном помещении высушивались примерно до воздушно-сухого состояния.

Кроме этого, на высоте пня, на высоте 1,3 м, на половине высоты ствола, под кроной и в кроне через каждые два метра у каждого модельного дерева вырезались кружки толщиной примерно 3 см для определения влажности древесины.

Из каждого кружка по диаметру север-юг выкалывалась пластинка шириной 2 см. Пластинка размечалась на периоды роста (по 20 годичных слоев в периоде) и из каждого периода роста выкалывались образцы, которые здесь же в лесу взвешивались на технических весах с точностью до 0,01 г. Взвешенные образцы упаковывались в специальную тару и доставлялись в лабораторию института. Доставленные образцы вы-

сушивались в сушильных шкафах при температуре 95—105°C до абсолютно сухого состояния. По разности весов до сушки и после сушки определялась абсолютная влажность в процентах.

Разработка пластин на образцы и изготовление образцов для исследования физико-механических свойств, а также их испытание проводились с соблюдением требований ГОСТа 6336-52 «Методы физико-механических испытаний древесины». Испытание образцов на сжатие вдоль и поперек волокон, на поперечный статический изгиб, на скалывание вдоль волокон, раскалывание и определение статической твердости проводилось на универсальной машине Амслера. Испытание на ударный изгиб проводилось на маятниковом копре «МК-30».

Показатели объемного веса и пределов прочности приводились к 15-процентной влажности древесины.

Результаты исследования обрабатывались методом вариационной статистики.

Полученные результаты исследования приводим в ниже следующих таблицах:

Таблица 2

Абсолютная влажность свежесрубленной древесины ели обыкновенной различных типов леса БССР

Типы леса	Древесина периферической части ствола				Спелая древесина			
	$W \pm m$ влаж- ность в %	σ среднеквадратн. отклонение	V вариацион. коэфф. в %	P показатель точ- ности наблюдений в %	$W \pm m$ влаж- ность в %	σ среднеквадратн. отклонение	V вариацион. коэффициент в %	P показатель точ- ности наблюдений в %
Ельник- черничник	123 \pm 3,4	28,0	23,1	2,8	42 \pm 1,8	13,3	30,0	4,1
Ельник- кисличник	130 \pm 2,7	19,6	15,2	2,3	45 \pm 2,7	14,3	22,6	5,0
Ельник мшистый	109 \pm 0,8	8,1	7,5	0,9	44 \pm 1,6	17,6	17,0	3,2
Ельник дубняковый	125 \pm 2,9	27,0	21,6	2,8	38 \pm 1,8	11,5	28,9	4,1

Приведенные данные в таблице 2 свидетельствуют о почти одинаковой влажности древесины растущих деревьев ели различных типов леса.

В периферической части растущих деревьев ели типа леса ельника мшистого влажности на 15—20% меньше по сравнению с елью из вышепоименованных трех остальных типов леса.

Спелая древесина в свежесрубленном состоянии содержит в 2,5—3 раза меньше воды по сравнению с древесиной периферической части стволов.

Таблица 3

Объемный вес и коэффициенты линейной и объемной усушки древесины ели обыкновенной различных типов леса

Типы леса	$\gamma_{15} \pm m$ объемный вес при 15% влажн. в г/см ³	Коэффициент усушки в %		
		$k_r \pm m$ радиальн.	$k_t \pm m$ тангент.	$k_v \pm m$ объемн.
Ельник-черничник . .	0,486 ± 0,009	0,244 ± 0,009	0,395 ± 0,013	0,635 ± 0,017
Ельник-кисличник . .	0,453 ± 0,011	0,210 ± 0,11	0,364 ± 0,018	0,617 ± 0,019
Ельник мшистый . .	0,462 ± 0,007	0,214 ± 0,007	0,348 ± 0,010	0,622 ± 0,016
Ельник дубняковый .	0,483 ± 0,008	0,234 ± 0,008	0,383 ± 0,013	0,629 ± 0,018
Среднеарифметич. показатели для древесины ели 4 типов леса	0,471 ± 0,009	0,225 ± 0,009	0,372 ± 0,013	0,626 ± 0,017

По данным таблицы видно, что показатели объемного веса, а также коэффициенты усушки почти одинаковы для древесины ели ельника черничникового и ельника дубнякового и в среднем на 5—8% большие по сравнению с показателями древесины ели ельника мшистого и ельника кисличникового. Следует отметить также, что полученные нами данные подтверждают и то, что древесина с большим объемным весом соответственно имеет и большие коэффициенты усушки.

Приведенные в таблице 4 результаты исследования основных механических свойств древесины ели наиболее распространенных типов еловых насаждений БССР свидетельствуют о нижеследующем:

1) наиболее высокие показатели механических свойств имеет древесина ели типов леса ельника кисличникового и ельника дубнякового. Причем на 15—18% большие показатели по сравнению с показателями древесины ели ельника мшистого и на 6—7% большие по сравнению с показателями древесины ели ельника черничникового;

2) коэффициенты качества также на 14—19% большие для древесины ели ельника дубнякового и ельника кисличникового по сравнению с коэффициентами качества древесины ели типов леса ельника черничникового и ельника мшистого;

3) пределы прочности при поперечном статическом изгибе в тангентальном и радиальном направлениях почти одинаковые. Разница всего на 2—3%.

Показатели основных механических свойств древесины ели при 15% влажности

Типы леса	Вид испытания	$\sigma_{15} \pm m$ предел прочн. при сжатии вдоль волокон в кг/см ²	$\sigma_{15} \pm m$ предел прочн. при поперечн. статическ. из- гибе в кг/см ²	$E_{15} \pm m$ модуль упруг. при поперечн. статическ. изгибе в тыс кг/см ²	$A_{15} \pm m$ удельная работа при ударном изгибе в кгм/см ³	$\tau_{15} \pm m$ предел прочн. при ска- лывании вдоль волокон в кг/см ²	$S_{15} \pm m$ сопротив- ление раскалы- ванию в кг/см	Коэффициенты качеств		
								при сжатии вдоль воло- кон	при попе- речном ста- тич. изгибе	при скалы- вании вдоль волокон
Ельник-черничник	тангент.	372 ± 11,3	640 ± 23,7	88,3 ± 3,7	0,184 ± 0,013	52 ± 2,2	11 ± 0,3	—	1 317	107
	радиальн.		624 ± 17,8	101,1 ± 3,9	0,302 ± 0,032	51 ± 2,2	9 ± 0,3	765	—	—
Ельник-кисличник	тангент.	395 ± 13,3	712 ± 25,3	106,8 ± 7,6	0,214 ± 0,010	69 ± 2,2	—	868	1 565	151
	радиальн.		—	—	—	58 ± 2,2	—	—	—	—
Ельник мшистый	тангент.	329 ± 6,2	633 ± 6,4	78,1 ± 1,5	0,194 ± 0,02	—	—	734	1 370	—
	радиальн.		620 ± 8,9	80,3 ± 1,4	0,289 ± 0,018	—	—	—	—	—
Ельник дубняковый	тангент.	402 ± 8,7	682 ± 12,9	103,6 ± 4,0	0,221 ± 0,016	—	—	832	1 453	—
	радиальн.		663 ± 18,6	105,8 ± 6,3	0,297 ± 0,027	—	—	—	—	—
Средние показатели для древесины ели 4 типов леса	тангент.	375 ± 13,2	667 ± 17,1	94,2 ± 4,2	0,204 ± 0,015	60 ± 2,2	—	799	1 426	129
	радиальн.		636 ± 15,1	95,7 ± 3,9	0,296 ± 0,019	54 ± 2,2	—	—	—	—

Удельная работа при ударном изгибе в среднем на 35% большая в радиальном направлении. Модуль упругости при поперечном статическом изгибе также на 14—15% больший в радиальном направлении.

Кроме этого, нами были проведены исследования по установлению степени изменения физико-механических свойств древесины ели по высоте и по радиусу ствола. Полученные результаты исследования приводим в таблицах 5 и 6.

Таблица 5

Изменение основных физико-механических свойств древесины ели по высоте ствола при 15% влажности

Типы леса	Высота ствола	$W \pm m$ влажн. свежесрубл. древост. в %	$\gamma_{15} \pm m$ объемный вес в $г/см^3$	$\sigma_{15} \pm m$ предел прочн. при сжатии вдоль волокон в $кг/см^2$	$\sigma_{15} \pm m$ предел прочн. при статическ. изгибе в $кг/см^2$	$A_{15} \pm m$ ударн. работа при ударном изгибе в $кгм/см^3$
Ельник-черничный	0	$77 \pm 6,4$	—	—	—	—
	1,3 м	$65 \pm 6,9$	$0,508 \pm 0,008$	$374 \pm 11,8$	$653 \pm 25,3$	$227 \pm 0,01$
	На $1/2$ высоты ствола	$74 \pm 8,0$	$0,483 \pm 0,006$	$338 \pm 5,8$	$631 \pm 11,4$	—
	Под кроной	$80 \pm 9,7$	$0,482 \pm 0,004$	$338 \pm 10,8$	$609 \pm 31,1$	$0,158 \pm 0,01$
	В кроне	$93 \pm 8,0$	—	—	—	—
Ельник мшистый	0	$65 \pm 5,6$	—	—	—	—
	1,3 м	$65 \pm 5,0$	$0,465 \pm 0,006$	$324 \pm 6,3$	$630 \pm 7,3$	$0,218 \pm 0,014$
	На $1/2$ высоты ствола	$71 \pm 6,0$	$0,451 \pm 0,007$	$320 \pm 6,1$	$632 \pm 7,6$	—
	Под кроной	$82 \pm 7,4$	$0,445 \pm 0,008$	$297 \pm 5,2$	$607 \pm 7,6$	$0,174 \pm 0,012$
	В кроне	$103 \pm 5,5$	—	—	—	—
Ельник дубняковый	0	$64 \pm 8,3$	—	—	—	—
	1,3 м	$59 \pm 8,8$	$0,497 \pm 0,011$	$419 \pm 14,6$	$691 \pm 31,9$	$0,242 \pm 0,013$
	На $1/2$ высоты ствола	$65 \pm 9,2$	$0,471 \pm 0,013$	$378 \pm 15,4$	$697 \pm 34,3$	—
	Под кроной	$83 \pm 10,8$	$0,489 \pm 0,009$	$414 \pm 12,6$	$687 \pm 27,9$	$0,182 \pm 0,013$
	В кроне	$97 \pm 5,6$	—	—	—	—

Изменение основных физико-механических свойств древесины
ели по радиусу ствола при 15% влажности

Типы леса	Периоды роста от периферии к центру	$W \pm m$ влажн. свеже- срубл. древеси- ны в %	$\gamma_{15} \pm m$ объемн. вес в $г/см^3$	$\delta_{15} \pm m$ предел прочности при сжа- тии вдоль волокон в $кг/см^2$	$\delta_{15} \pm m$ предел прочн. при ста- тич.ск. поперечн. изгибе в $кг/см^2$	$A_{15} \pm m$ удельная работа при ударном изгибе в $кгм/см^3$
Ельник- черничник	I	$123 \pm 3,4$	$0,513 \pm 0,012$	$386 \pm 10,2$	$695 \pm 28,6$	$0,196 \pm 0,012$
	II	$48 \pm 2,3$	$0,455 \pm 0,009$	$358 \pm 12,3$	$675 \pm 16,0$	$0,173 \pm 0,014$
	III	$35 \pm 1,5$	—	—	—	—
Ельник- кисличник	I	$130 \pm 2,7$	$0,465 \pm 0,011$	$410 \pm 11,3$	$745 \pm 33,9$	$0,225 \pm 0,011$
	II	$52 \pm 3,4$	$0,446 \pm 0,012$	$380 \pm 15,3$	$679 \pm 25,3$	$0,204 \pm 0,010$
	III	$48 \pm 2,3$	—	—	—	—
Ельник мшистый	I	$109 \pm 0,8$	$0,476 \pm 0,007$	$325 \pm 6,3$	$629 \pm 9,4$	$0,210 \pm 0,013$
	II	$56 \pm 2,6$	$0,447 \pm 0,006$	$319 \pm 6,1$	$610 \pm 8,4$	$0,178 \pm 0,011$
	III	$34 \pm 0,9$	$0,406 \pm 0,005$	$287 \pm 8,6$	$589 \pm 8,7$	—
Ельник дубяковый	I	$125 \pm 2,9$	$0,518 \pm 0,007$	$441 \pm 7,9$	$738 \pm 21,3$	$0,243 \pm 0,018$
	II	$45 \pm 2,3$	$0,447 \pm 0,009$	$360 \pm 9,5$	$626 \pm 17,7$	$0,201 \pm 0,015$
	III	$34 \pm 0,9$	—	—	—	—

Анализируя приведенные данные в таблицах 5 и 6, можно сделать следующие выводы:

1. В растущих деревьях ели различных типов леса влажность древесины по высоте и по радиусу ствола изменяется почти одинаково.

От комля и до начала кроны нет существенного различия во влажности древесины. В начале кроны и в кроне количество воды значительно увеличивается.

В спелой древесине в 2,5—3 раза меньше влажности, чем в древесине периферической части деревьев.

По радиусу ствола в пределах спелой древесины влажность также уменьшается от периферии к центру с достоверной разницей в показателях между смежными периодами роста.

2. Более высокие показатели объемного веса и пределов прочности имеет древесина периода роста 60—80 лет. От периферии к центру ствола объемный вес и прочность несколько

уменьшаются с достоверной разницей в показателях для древесины периодов роста 60—80 лет и 20—40 лет.

3. По высоте стволов от комля к кроне объемный вес и прочность древесины несколько уменьшаются. Так, например, древесина комлевой части ствола имеет в среднем на 6—11% больший объемный вес и прочность по сравнению с древесиной, взятой на половине высоты и под кроной ствола.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные нами результаты исследования свойств древесины ели обыкновенной наиболее продуктивных и распространенных типов еловых насаждений БССР позволяют сделать следующее заключение:

1. Наиболее высокими показателями физико-механических свойств и значительно лучшими качественными показателями обладает древесина ели типов леса ельника кисличникового и ельника дубнякового. Кроме этого, древесина ели указанных типов леса и особенно ельника кисличникового имеет наиболее однородное макростроение — по соотношению процента поздней и ранней древесины и по равномерности ширины годовичных слоев, что имеет существенное значение при применении древесины ели в производстве музыкальных инструментов.

2. Следует отметить, что полученные нами результаты исследования подтверждают выводы, сделанные А. Цизлярем и другими исследователями о том, что древесина ели, произрастающей на более богатых почвах, обладает более высокими показателями физико-механических свойств, и совершенно не совпадают с полученными А. Калньишем данными для сосны Латвии.

3. Считаем необходимым также отметить, что полученные нами средние показатели механических свойств для древесины ели, произрастающей в БССР, в среднем на 10% меньше приведенных показателей в ГОСТе 4631-49 для древесины ели севера Европейской части СССР и совершенно незначительно отличаются от показателей, приведенных в указанном ГОСТе для ели центральных районов Европейской части СССР. Это до некоторой степени подтверждает имеющиеся в литературе сведения о том, что качество древесины ели понижается по мере ее продвижения с севера на запад и юг вследствие влияния климата.

4. До настоящего времени в литературе нет данных о свойствах древесины ели, произрастающей в БССР, отсутствуют они и в ГОСТе 4631-49. Несомненно, полученные нами на большом материале результаты исследования пополняют необходимые сведения о свойствах древесных пород БССР и вполне могут быть включены в ГОСТ показателей физико-механических свойств древесины.