

ПЕТРУША А. К. Доцент. Кандидат с./х. наук

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСИНЫ ДУБА, ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО В БССР.

В европейской части СССР дуб является наиболее распространенным из числа так называемых твердых лиственных пород и имеет среди них наибольшее промышленное значение.

Хотя размеры занимаемой им площади также невелики (в среднем 1,5—1,7%) от площади лесов европейской части СССР, однако, в отличие от большинства других твердолиственных пород (граб, клен, ясень и др.), которые встречаются в виде примеси или единичных экземпляров, дуб образует в ряде районов СССР значительные площади сплошных насаждений, что имеет существенное значение при его эксплуатации, плюс к этому исключительно высокие технические свойства древесины дуба позволили ему занять одно из первых мест среди древесных пород и явиться важнейшим материалом всех отраслей нашей социалистической промышленности.

В области изучения технических свойств древесины дуба, в частности по исследованию физико-механических свойств, имеется ряд экспериментальных данных. Так, например, работа Чулицкого Н. Н. „Труды ЦАГИ“ вып. 121, 1932 г., работа проф. А. Х. Певцова и проф. Л. М. Перельгина—сборник ИМОД—1933-1934 г. г., и ряд других.

Все эти работы освещают в той или иной мере технические свойства дуба, произрастающего в тульских засеках, в казанских дубравах (Татарская и Чувашская АССР), Шипов лес, БССР и ЦЧО.

Данные, приведенные в работе проф. А. К. Певцова и проф. Л. М. Перельгина свидетельствуют, что технические свойства древесины дуба имеют существенную разницу, в зависимости от условий и местопроизрастания даже в пределах одного района.

В БССР дуб занимает в среднем 6,2% от площади лесов. Эксплуатация дуба в БССР отличается чрезвычайным разнообразием.

разием и идет преимущественно по линии удовлетворения австроения, вагоно и судостроения, получения строганой фанеры, удовлетворения запросов столярно-мебельного производства, с/х машино-строения и т. д. Заготавливают в настоящее время из дуба и ряд сортиментов, мелких по размерам—разные виды клепки, косяки для ободьев, спицу и т. д., которые по их размерам можно было бы заготавливать из второстепенных частей стволов дуба в подкронной части и даже в кроне.

Однако, учитывая высокие требования физико-механических свойств, принято некоторые и вышеуказанные мелкие сортименты заготавливать исключительно из комлевой части ствола.

Изученность технических свойств древесины дуба, произрастающего в БССР, совершенно недостаточная, за исключением общей характеристики, что древесина белорусского дуба отличается мелкослойностью, является мягкой, хорошо поддающейся обработке и отделке. Экспериментальные данные о физико-механических свойствах почти совершенно отсутствуют в литературе.

Проводя на протяжении более 3-х лет исследование физико-механических свойств древесины дуба для косяков на ободах (артбрусков), заготавливаемых в основном из комлевой части дуба, нами попутно было поставлена цель—исследовать основные физико-механические свойства древесины дуба, взятой из разных мест по высоте ствола.

Для исследования нами заготавливались бруски размером косяков для обода из комлевой части (на высоте 1,3 метра), в середине ствола между шейкой корня и началом кроны и в подкронной части. Для заготовки брусков выбирались деревья дуба (*Quercus pedunculata*—дуб летний), толщиной от 46 см. до 60 см. на высоте груди без всяких внешних пороков. Заготовка брусков проводилась при соблюдении всех требований существующих стандартов и технических условий для заготовки косяков на обод.

Для исследования бруски заготовлены были в Речицком Будо-Кошелевском, Бобруйском, Норовлянском и Глусском лесных промхозах БССР. В каждом лесном промхозе для этой цели было срублено по 5 модельных деревьев. Заготовленные бруски были доставлены в лабораторию древесиноведения Белорусского лесотехнического института им. С. М. Кирова.

В лаборатории проводилась сушка брусков в сушильных шкафах при температуре 95—105°C.

Во избежание появления внутренних трещин в брусках при сушке температура в сушильных шкафах увеличивалась постепенно.

Высушивались бруски до 10—12% абсолютной влажности.

После сушки бруски разрабатывались на образцы для исследования, придерживаясь полностью требования ГОСТ'a 7653.

Проведены следующие виды испытания:

	Количество исслед. образцов
1. Определение об'емного веса	650 шт.
2. Испытание на сжатие вдоль волокон	650 "
3. Испытание на поперечный статический изгиб в тангентальном направлении	595 "
4. Определение модуля упругости при танген- тальном поперечном статическом изгибе	275 "
5. Динамический изгиб в тангентальном направ- лении	450 "

Итого исследовано 2620 образцов

Определение об'емного веса проводилось при помощи ртутного вальоимнометра.

Исследование на сжатие вдоль волокон проводилось на 30-ти тонной универсальной машине „Альфред-Амслер“ при грузе и шкале на 10 т. Средняя скорость нагрузки на образец давалась 2300—2400 кг в мин.

Временное сопротивление вычислялось по формуле

$$\delta\omega = \frac{P_{max}}{F} \text{ кг/см}^2$$

где:

P_{max} — разрушающая нагрузка в кг

F — площадь поперечного сечения образцов в см^2 .

Для испытания на поперечный статический изгиб заготавливались бруски стандартных размеров (2×2×30 см.). Испытывались бруски свободно лежащие на двух опорах на вышеуказанной машине при грузе и шкале на 1 тонну.

Временное сопротивление вычислялось по формуле:

$$\delta\omega = \frac{3P_{max}l}{2bh^2} \text{ кг/см}^2.$$

где:

P_{max} — разрушающая нагрузка в кг.

l — расчетная длина бруска в см.

b — ширина бруска в см.

h — высота бруска в см.

При испытании средняя скорость нагрузки давалась на брусок 150—170 кг в минуту. Определение модуля упругости проводилось одновременно на брусках, которые подвергались исследованию на поперечный статический изгиб.

Для этой цели мы приняли следующий метод исследования брусков: в начале испытания давался соответствующий поворот винта для циркуляции масла к прессу машины. Установка

винта не менялась до конца испытания бруска, т. е. до момента его излома, что обеспечивало равномерное увеличение нагрузки и нарастание стрелы прогиба.

Стрела прогиба измерялась при помощи дефлектометра (прогибометра) с ценой деления 0,5 мм, который закреплен на верхней части пресса. При нажиме поршня снизу на брусок получался прогиб бруска, в итоге чего поворачивался дефлектометр показывая стрелу прогиба.

Для установления предела пропорциональности проводились записи стрелы прогиба через каждые 0,5 мм с одновременной записью показываемой нагрузки на монотрени машины, соответственно каждому 0,5 мм стрелы прогиба.

По данным записи, которая велась в процессе исследования устанавливался предел пропорциональности между стрелой прогиба и нагрузкой. Кроме этого велись наблюдения за ходом вычерчивания кривых, которые откладывались на барабан самовычерчивающего прибора машины.

Модуль упругости вычислялся по формуле:

$$E\omega = \frac{P_{np}l^3}{4bh^3f} \text{ кг/см}^2$$

P_{np} — нагрузка до предела пропорциональности в кг.

l — расчетная длина бруска в см.

b — ширина бруска в см.

h — высота бруска в см.

f — стрела прогиба в см до предела пропорциональности.

Исследование на динамический поперечный изгиб проводилось на маятниковой копре конструкции проф. Коробова, мощность копра 7 кг метр.

Бруски для исследования на динамический изгиб изготовлись с такой же точностью и таких же размеров, как и для поперечного статического изгиба.

Расчетная длина бруска (между точками опор) установлена была 24 см.

Временное сопротивление вычислялось по формуле:

$$\sigma\omega = \frac{A}{bh^2} \text{ кг/м/см}^2.$$

A — Работа, поглощенная бруском кг-метр.

b — ширина бруска в см.

h — высота бруска в см.

При каждом виде испытания для каждого образца после его испытания определялась влажность по стандартному методу.

Результаты исследования приведены в нижеследующих таблицах.

Показатели физико-механических свойств древесины дуба Речицкого леспромхоза БССР

Таблица 1

	Абсолютн. влаж- ность в % %	Объемный вес с поправкой ($M \pm m$)	Временное со- противление сжа- тию вдоль воло- кон с поправкой $кг/см^2$	Поперечный статич. изгиб		Временное сопро- тивление дина- мич. изгибу, $кг. мст/см^2$	Степень достоверности раз- ницы средних показателей для древесины, взятой на разных высотах ствола. Вычисл. по формуле. $\frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}$
				Временное со- противле- ние с по- правкой $кг/см^2$	Модуль уп- ругости с поправкой $кг/см^2$		
Показатели для древе- сины, взятой на высоте 1,3 м	10-11	0,671 ± 0,0066	522 ± 5,9	1005 ± 14,9	116200 ± 4196	0,412 ± 0,01	Для древесины, взятой на высоте 1,3 метра и на середине ствола { Для показате- лей объемного веса . . . 3,8 > 3 На сжатие вдоль воло- кон . . . 1,82 < 3 Поперечный стат. изгиб. 1,85 < 3 Динам. изгиб. 2,5 < 3
Среднее квадр. откл. :	—	0,0338	35,6	78,8	21400	0,062	
Вариационный коэф- циент в % %	—	5,05	7,8	7,8	18,41	15,00	
Показатель точн. набл. %	—	0,98	1,13	1,4	3,61	2,4	
Показатели для древе- сины, взятой на се- редине ствола	10-11	0,641 ± 0,0043	505 ± 7,2	969 ± 12,3	—	0,376 ± 0,01	Для древесины, взя- той на высоте 1,3 метра и в начале кроны (подкромной) { Для показате- лей объемного веса . . . 4,04 > 3 Сжатие вдоль волока . . . 5,9 > 3 Поперечн. стат. изгиб . . . 4,6 > 3 Динамический изгиб . . . 3,8 > 3
Среднее квадр. откл. .	—	0,0262	55,2	93,00	—	0,075	
Вариацион. коэф. в % % .	—	4,1	10,9	9,6	—	19,00	
Показат. точн. набл. в %	—	0,67	1,42	1,4	—	2,6	
Показатели древесины, взятой в начале кро- ны (подкромной)	10-11	0,635 ± 0,0059	478 ± 4,5	917 ± 12,3	—	0,359 ± 0,01	
Среднее квадр. откл. .	—	0,0424	24,4	59,2	—	0,08	
Вариан. коэф. в % % .	—	6,7	5,1	6,4	—	22,00	
Показат. точн. набл. в %	—	0,92	0,94	1,3	—	2,8	

Таблица 2

Показатели основных физико-механических свойств древесины дуба Будо-Кошелевского лесопромхоза БССР

	Абсолютн. влажн. в %	Объемный вес с поправкой ($M \pm m$)	Временное сопротивле- ние сжатия вдоль волокон с поправкой ($M \pm m$) кг/см ²	Поперечный статиче- ский изгиб		Степень достоверн. разницы сред- них показателей для древесины, взятой на разных высотах	
				Временное сопротивле- ние с по- правкой ($M \pm m$) кг/см ²	Модуль упругости с поправкой кг/см ²		
Показатели для древесины, взятой на высоте 1,3 м	10—11	0,696±0,005	564±7,0	1132±14,00	120400±3722	Для древесины, взятой на вы- соте 1,3 метра и на середине ствола	Для показателей объемного веса 2,2 < 3
Среднее квадратич. отклон.	—	0,025	34,5	62,00	13400		Сжатие вдоль во- локон 3,5 > 3
Вариацион. коэф. в % %	—	3,7	6,1	5,4	11,1		Поперечный ста- тич. изгиб 3,2 > 3
Показатель точности наблюд. в % %	—	0,71	1,2	1,2	3,08		
Показатели для древесины, взятой на середине ствола	10—11	0,680±0,005	530±6,4	1060±17,6	—	Для древесины, взятой на вы- соте 1,3 метра и в начале кроны (подкроной)	Для показателей объемного веса 3,6 > 3
Среднее квадрат. отклонен.	—	0,036	45,6	107,6	—		Сжатие вдоль во- локон 5,8 > 3
Вариацион. коэф. в % %	—	5,2	8,6	10,1	—		Поперечный стат. изгиб 7,3 > 3
Показатель точности наблюд. в % %	—	0,73	1,2	1,6	—		
Показатели для древесины, взятой в начале кроны (подкроной)	10—11	0,663±0,008	510±6,6	984±15,00	—		
Среднее квадр. отклон.	—	0,032	35,1	60,8	—		
Вариацион. коэф. в % %	—	4,8	6,9	0,2	—		

Показатели основных физико-механических свойств древесины дуба Бобруйского Леспромхоза БССР

	Абсолютн. влажн. в %	Объемный вес с поправкой ($M \pm m$)	Временное сжатие вдоль волокон с поправкой ($M \pm m$) кг/с.м ²	Временное сжатие поперечн.-стат. изгибу с поправкой ($M \pm m$) кг/с.м ²	Временное сжатие динамич. изгибу с поправкой кг/м.с.м ²	Степень достоверн. разницы средних показателей для древесины, взятой на разных высотах
Показатели для древесины, взятой на высоте 1,3 м.	10—11	0,669 ± 0,004	544 ± 6,6	1103 ± 28,2	0,440 ± 0,02	Для древесины, взятой на высоте 1,3 метра на середине ствола <ul style="list-style-type: none"> Для показателя объемн. веса 3,1 > 3 Сжатие вдоль волокон 2,64 < 3 Поперечный статический изгиб 2,47 < 3
Среднее квадрат. отклонение	—	0,025	32,4	132,5	0,07	
Вариацион. коэф. в % %	—	3,7	5,9	12,00	15,9	
Показатель точности наблюдения в % %	—	0,6	1,2	2,5	4,5	
Для древесины, взятой на середине ствола.	10—11	0,650 ± 0,0046	524 ± 5,5	1016 ± 20,8	—	Для древесины, взятой на высоте 1,3 метра в начале кроны (под кроной) <ul style="list-style-type: none"> Для показателя объемн. веса 4,5 > 3 Сжатие вдоль волокон 5,01 > 3 Поперечный статический изгиб 6,2 > 3
Среднее квадратное отклонение	—	0,034	42,24	135,00	—	
Вариацион. коэф. % %	—	5,2	8,00	13,2	—	
Показатель точности наблюдения в % %	—	0,61	1,01	2,00	—	
Для древесины, взятой в начале кроны (под кроной)	10—11	0,632 ± 0,007	429 ± 6,0	916 ± 13,1	—	
Средн. квадр. откл.	—	0,035	28,2	54,00	—	
Вариацион. коэф. в % %	—	5,5	5,7	5,8	—	
Показатель точности наблюдения в % %	—	1,1	1,2	1,4	—	

Показатели основных физико-механических свойств древесины дуба Норовлянского Леспромхоза БССР

	Абсолютн. влажн. в % %	Объемный вес с поправкой ($M \pm m$)	Временное сжатие вдоль волокон с поправкой ($M \pm m$) кг/см ²	Временное сжатие поперечн.-стат. изгибу с поправкой ($M \pm m$) кг/см ²	Временное сжатие динамическому изгибу с поправкой кг/м/с.м ²	Степень достоверн. разницы средних показателей для древесины, взятой на разных высотах	
Для древесины, взятой на высоте 1,3 м.	10—11	$0,668 \pm 0,004$	$528 \pm 6,5$	$952 \pm 19,7$	$0,402 \pm 0,01$	Для древесины, взятой на высоте 1,3 метра и на середине ствола	
Среднее квадратич. отклонение	—	0,023	30,6	87,5	0,046		Для показателей
Вариант. коэф. в % %	—	3,4	5,7	9,1	11,4		объемн. веса . . . $7,1 > 3$
Показатель точного наблюдения в % %	—	0,5	1,2	2,06	2,5		Сжатие вдоль волокон . . . $1,46 < 3$
Для древесины, взятой на середине ствола.	10—11	$0,636 \pm 0,003$	$514 \pm 7,1$	$894 \pm 22,6$	$0,356 \pm 0,014$	Для древесины, взятой на высоте 1,3 метра и в начале кроны (под кроной)	
Среднее квадр. отклонение.	—	0,030	47,00	113,2	0,078		Для показателей
Вариант. коэф. в % %	—	4,7	9,1	12,7	21,8		объемн. веса . . . $10,4 > 3$
Показатель точного наблюдения в % %	—	0,47	1,3	2,5	3,9		Сжатие вдоль волокон . . . $4,85 > 3$
Для древесины, взятой в начале кроны . .	10—11	$0,621 \pm 0,003$	$484 \pm 6,3$	$869 \pm 22,6$	$0,320 \pm 0,012$	Динамич. изгиб . . . $2,75 < 3$ Динамич. изгиб . . . $5,1 > 3$	
Средн. квадр. отклон.	—	0,019	26,00	111,00	0,051		Динамич. изгиб . . . $2,75 < 3$
Вариант. коэф. в % %	—	3,00	5,3	12,7	15,9		Динамич. изгиб . . . $5,1 > 3$
Показатель точного наблюдения в % %	—	0,5	1,3	2,6	3,7		

Показатели основных физико-механических свойств древесины
Глусского Леспромхоза БССР

	Абсол. влажн. в % %	Объемный вес с поправкой ($M \pm m$)	Врем. сопротивл. сжатия вдоль во- локон с поправ- кой кг/см ²	Врем. сопротивл. поперечному ста- тичн. изгибу кг/см ²	Временное сопро- тивление динами- ческому изгибу кгр мет/см ³
Показатели древесины, взятой на высоте 1,3 метра	10—11	0,644 ± 0,006	532 ± 8,9	1064 ± 24,1	0,376 ± 0,017
Среднее квадратное отклонение	—	0,030	37,00	75,2	0,044
Вариан. коэф. в % %	—	4,5	6,9	7,00	11,8
Показатель точного наблюдения в % %	—	0,9	1,6	2,2	4,5

Примечание. Исследование древесины, взятой на середине ствола и под кроной не проводилось.

Приведенные в таблицах №№ 1, 2, 3, 4 и 5 результаты исследования основных физико-механических свойств древесины белорусского дуба позволяют нам сделать следующие выводы:

1) Древесина дуба, произрастающего в БССР, имеет довольно высокие механические свойства. Показатели временного сопротивления сжатию вдоль волокон, поперечному статическому изгибу и динамическому изгибу, полученные нами для белорусского дуба, несколько выше показателей, полученных проф. Певцовым А. Х. и проф. Перелыгиным Л. М. для дуба Татарской АССР, Чувашской АССР, и Средне-Волжского края¹⁾.

2) Показатели объемного веса древесины белорусского дуба почти одинаковы и даже несколько ниже объемного веса древесины дуба, произрастающего в вышеуказанных районах. Это позволяет нам сделать вывод о лучшем качестве древесины белорусского дуба, поскольку коэффициенты качества определяются отношением временного сопротивления к объемному весу.

$$K = \frac{\sigma\omega}{C\omega}; \quad \sigma\omega — \text{временное сопротивл. кгр/см}^2 \\ C\omega — \text{объемный вес.}$$

3) Результаты исследования древесины, взятой на разных высотах ствола, ясно свидетельствуют, что физико-механические свойства древесины дуба уменьшаются от комля к вершине.

¹⁾ Показатели проф. Певцова А. Х. и проф. Перелыгина Л. М. для дуба вышеуказанных районов помещены в табл. физических и механических свойств древесины древесных пород СССР. (Гослестехиздат, 1934 г.).

Средние показатели основных физико-механических свойств древесины, взятой на высоте 1,3 метра, несколько выше средних показателей древесины, взятой на середине ствола и значительно выше средних показателей древесины, взятой в начале кроны (под кроной) при наличии степени достовер. разницы 5—8.

4) В итоге проведенное нами исследование имеет существенное практическое значение; оно дает промышленности основные показатели физико-механических свойств древесины дуба 5-ти леспромхозов БССР, в которых имеется значительное количество дуба, древесина которого до сего времени было не исследована.

Не менее важное значение для промышленности имеет проведенное нами исследование древесины, взятой на разных высотах ствола, что может являться ориентировочной приделержкой для промышленности в части более рационального использования древесины дуба из разных мест по высоте ствола.