

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ ДУБА ПРИ ПЕРЕРЕЗАНИИ ПОПЕРЕК ВОЛОКОН

The results of determining strength of oak wood in cutting perpendicular to grain are described in the article. Correlation dependencies of resistance of oak wood in cutting perpendicular to grain on the wood density and the annual ring width are stated here.

Введение. Перерезание древесины поперек волокон – один из видов ее разрушения путем сдвига, когда две равные и противоположно направленные внешние силы смещают одну часть образца древесины относительно другой, перерезая волокна перпендикулярно их длине. Случаи перерезания древесины поперек волокон наблюдаются, например, при работе древесины под металлическими шайбами, головками болтов, в нагелях, в балках со слишком малой опорной площадью, при штамповке и просечке древесных листовых материалов (шпона, фанеры), в процессах резания древесины и других случаях. Несмотря на то что это явление имеет место при практическом использовании древесины, прочность древесины при перерезании поперек волокон почти не изучена и в древесиноведческих литературных источниках отсутствуют достоверные численные показатели прочности древесины при перерезании поперек волокон, в том числе и для древесины дуба. Даже в классическом учебнике по древесиноведению профессора Б. Н. Уголева [1], в котором наиболее полно отражены современные сведения о физико-механических свойствах древесины, приводится только ориентировочная характеристика этого вида прочности древесины и указывается, что предел прочности древесины при перерезании поперек волокон примерно в четыре раза больше, чем предел прочности при скалывании вдоль волокон (последнее также один из видов сдвига). Отсутствуют какие-либо сведения о данном виде прочности древесины и в таких источниках, как справочник по древесине [2], и руководящие технические материалы по физико-механическим свойствам древесины [3], представляющих обобщенный массив данных по свойствам древесины. Некоторые сведения о прочности древесины при перерезании поперек волокон имеются в источнике [4]. Однако эти данные не сопровождаются сведениями об особенностях испытанных образцов (их плотности, влажности, структурном направлении), не из-

вестна методика испытания. Поэтому указанные данные следует рассматривать как неполные, ориентировочные и не достаточно объективные.

В настоящее время имеется типовая стандартная методика определения показателей прочности древесины при перерезании поперек волокон, предусмотренная ГОСТ 16483.13–72, позволяющая устанавливать объективные численные значения этого свойства древесины.

В данной работе приводятся результаты исследования прочности древесины дуба при перерезании поперек волокон в зависимости от плотности древесины и ширины годичного слоя как основных факторов, влияющих на физико-механические свойства древесины.

Объекты и методика проведения исследований. Для исследований был подобран исходный материал древесины дуба с довольно большим диапазоном плотности (от 525 до 810 кг/м³), числом годичных слоев в 1 см (от 2,1 до 13,5) и влажностью, соответствующей комнатно-сухому состоянию (8,8–9,7%). Испытания проводились на образцах размером 10×20×50 мм (последний размер вдоль волокон) с применением специального прибора. В этом приборе образцы по концам неподвижно фиксировались, а по середине длины подвергались перерезанию подвижным ножом с плоской кромкой шириной 10 мм. Нагружение производилось со скоростью (10 ± 2) кН/мин. Образцы подвергались испытанию как в радиальном, так и в тангенциальном направлениях. Поскольку применялся нож с плоской кромкой и в результате этого перерезание осуществлялось одновременно по двум параллельным плоскостям, предел прочности вычислялся по формуле

$$\tau_w = \frac{P_{\max}}{2ab},$$

где P_{\max} – максимальная нагрузка, Н; a и b – размеры поперечного сечения образца, мм.

Результаты исследований обработаны методами математической статистики и приведены в таблице и на графиках (рис. 1, 2).

Показатели предела прочности древесины дуба при перерезании поперек волокон (M), их средние ошибки (m) и вариационные коэффициенты (V)

Плотность, древесины дуба, кг/м ³	Тангенциальное направление			Радиальное направление			Превышение предела прочности в радиальном направлении, %
	Предел прочности		$V, \%$	Предел прочности		$V, \%$	
	$M \pm m$, МПа	%		$M \pm m$, МПа	%		
501–600	$29,9 \pm 2,07$	100,0	15,5	$30,7 \pm 1,33$	100,0	9,7	2,7
601–700	$34,8 \pm 1,03$	116,4	10,7	$36,9 \pm 1,05$	120,2	10,2	6,0
701–800	$39,1 \pm 1,75$	130,8	15,6	$43,6 \pm 1,42$	142,0	11,2	11,5
Среднее	$34,6 \pm 1,62$	–	13,9	$37,1 \pm 1,27$	–	10,4	7,2

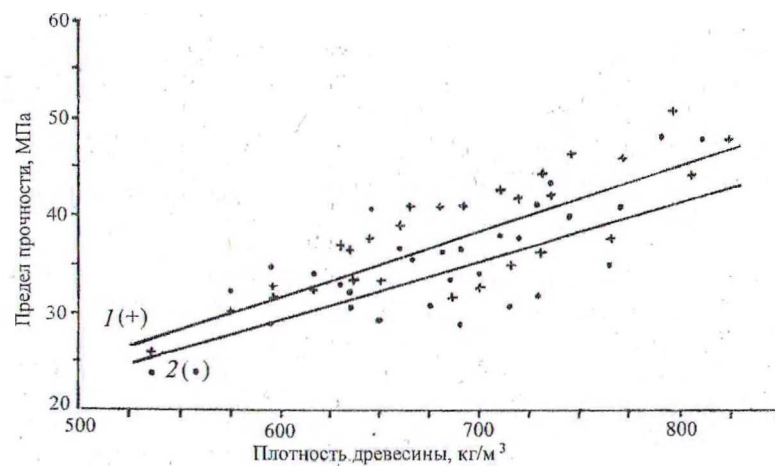


Рис. 1. Зависимость предела прочности древесины дуба при перерезании поперек волокон от плотности древесины (1 – в радиальном, 2 – в тангенциальном направлениях)

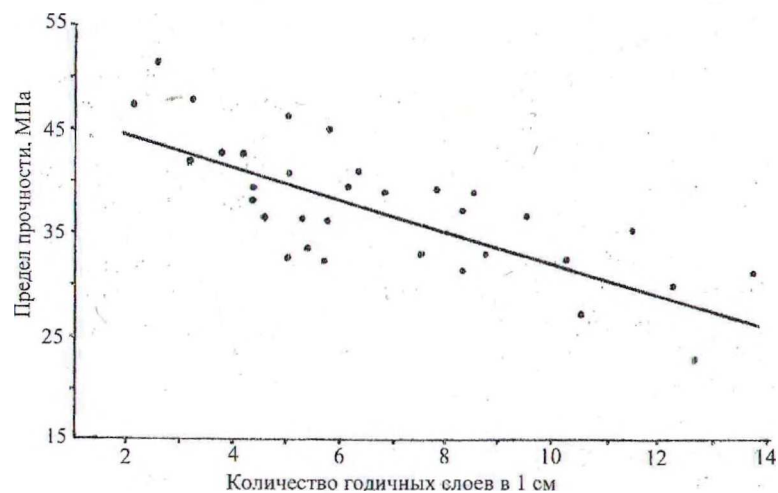


Рис. 2. Зависимость предела прочности древесины дуба при перерезании поперек волокон в радиальном направлении от количества годичных слоев в 1 см

Данные таблицы и графика на рис. 1 показывают, что с увеличением плотности сопротивление древесины дуба перерезанию поперек волокон существенно возрастает. Так, если для древесины с малой плотностью (501–600 кг/м³) предел прочности при перерезании составил в радиальном направлении 30,7 МПа, в тангенциальном – 29,9 МПа, то для древесины с высокой плотностью (701–800 кг/м³) эти показатели увеличились в радиальном направлении до 43,6 МПа, или на 42,0%, и в тангенциальном – до 39,1 МПа, или на 30,8%. Из графика на рис. 1 также видно, что зависимость прочности древесины дуба при перерезании от плотности древесины имеет линейный характер как в радиальном направлении с коэффициентом корреляции $0,73 \pm 0,07$, так и в тангенциальном с коэффициентом корреляции $0,68 \pm 0,11$. Математическое выражение этой зависимости имеет вид для радиального направления

$$y_1 = 0,0686x - 9,3$$

и тангенциального

$$y_2 = 0,0618x - 7,7,$$

где x – плотность древесины, кг/м³.

Из приведенных данных также видно, что с возрастанием плотности древесины наблюдается более интенсивное приращение прочности в радиальном направлении по сравнению с тангенциальным. Если при малой плотности древесины различие между прочностью в радиальном и тангенциальном направлениях не превышало 2,7%, то для древесины с высокой плотностью это различие составило 11,5%.

Наблюдаемая тенденция к некоторому большему сопротивлению древесины дуба перерезанию поперек волокон в радиальном направлении по сравнению с тангенциальным может быть объяснена тем, что сложный процесс разрушения древесины при перерезании поперек волокон сопровождается местным смятием древесины, при котором на повышенное сопротивление смятию в радиальном направлении определенное влияние оказывают хорошо развитые в древесине дуба сердцевинные лучи.

Результаты исследования влияния ширины годичного слоя на сопротивление древесины дуба перерезанию поперек волокон представлены на графике (рис. 2), из которого следует, что с увеличением числа годичных слоев в 1 см заметно уменьшается прочность древесины при перерезании. Так, например, из графика видно, что при

увеличении содержания годичных слоев в 1 см от 2 до 10 предел прочности при перерезании поперек волокон снизился от 42,5 до 32,5 МПа, или на 23,6% (снижение прочности происходит в среднем на 3% на каждый дополнительный слой). Эта зависимость имеет линейный характер с коэффициентом корреляции, равным $0,63 \pm 0,09$, и математическое выражение вида

$$y = -1,43x \pm 46,85,$$

где x – количество годичных слоев в 1 см.

Повышение сопротивления древесины дуба перерезанию поперек волокон с увеличением ширины годичного слоя имеет свое объяснение. Дело в том, что увеличение ширины годичного слоя у кольцесосудистых древесных пород, к которым относится дуб, происходит за счет увеличения поздней зоны годичного слоя, выполняющей в основном механическую (упрочняющую) функцию, а следовательно, отличающуюся повышенной плотностью и прочностью.

Выводы. Проведенные исследования позволили определить численные значения показателей прочности древесины дуба при перерезании поперек волокон и установить зависимости этих показателей от плотности древесины и ширины годичного слоя, а также получить математическое выражение установленных зависимостей. Полученные данные могут быть использованы при расчетах прочности деталей и изделий из древесины дуба, которые в процессе эксплуатации испытывают напряжение сдвига в виде перерезания поперек волокон.

Литература

1. Уголев, Б. Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения / Б. Н. Уголев. – М.: Изд. МГУЛ, 2001. – 340 с.
2. Боровиков, Л. М. Справочник по древесине / Л. М. Боровиков, Б. Н. Уголев. – М.: Лесн. пром-сть, 1989. – 296 с.
3. Древесина. Показатели физико-механических свойств: РТМ. – М.: Комитет стандартов, мер и измерительных приборов при СМ СССР, 1962. – 48 с.
4. Перельгин, Л. М. Механические свойства и испытания древесины / Л. М. Перельгин, А. Х. Певцов. – М.: Гослестехиздат, 1934. – 488 с.
5. Леонтьев, Н. Л. Техника статистических вычислений / Н. Л. Леонтьев. – М.: Лесн. пром-сть, 1966. – 250 с.