

стоянной нагрузки с временными // Строительная механика и расчет сооружений.— 1985.— № 1.— С. 3—6. [7]. ТУ 13-722—83. Доски конструкционные. Технические условия.— Введ. 01.01.84.— Архангельск: ЦНИИМОД, 1983.— 12 с. [8]. Цветков А. К., Трубилов А. Г., Оськина В. А. Нормирование прочностных характеристик ЦСП // Сб. науч. тр. / ЦНИИСК.— 1989.— С. 36—38.

Поступила 2 июля 1993 г.

УДК 630*812

СРАВНЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДРЕВЕСИНЫ

В. Н. ВОЛЫНСКИЙ

Архангельский лесотехнический институт

В данной статье рассмотрены значения некоторых механических показателей древесины для оценки законов распределения статистических характеристик, изучения изменчивости средних величин, сопоставления данных для хвойных и лиственных пород, произрастающих на разных континентах. Такое сравнение позволяет получить важную информацию при проектировании деревянных конструкций, прочностной сортировке пиломатериалов и планировании лесозэкспорта.

В нашей стране с 30-х годов сложилась достаточно стройная система методов испытания малых чистых образцов древесины и был накоплен большой фактический материал по многим показателям практически для всех древесных пород. Эти данные были суммированы в Руководящих технических материалах [3], и оформлены в виде таблиц Стандартных справочных данных [2].

Таблицы содержат 16 показателей для 167 пород древесины, произрастающих в различных районах СССР. Однако не для всех пород указан полный набор показателей, поэтому нами в анализе использованы только 7: плотность ρ_6 , кг/м³; пределы прочности при сжатии $\sigma^{сж}$, изгибе $\sigma^{изг}$, растяжении σ^p и скалывании τ , МПа; модуль упругости при изгибе E , ГПа, и боковая твердость T , МПа. Расчеты выполнены отдельно для хвойных (ель, лжетсуга, лиственница, пихта, сосна, тис) и лиственных (акация, береза, бук, вяз, граб, груша, дуб, железное дерево, ива, каштан, клен, липа, ольха, орех, осина, рябина, тополь, хурма, эвкалипт) пород. Все показатели прочности и упругости определены на образцах с базовым сечением 20 × 20 мм (при растяжении вдоль волокон — 4 × 20 мм).

Из представленных в [5] зарубежных данных заслуживают внимания сведения по породам, имеющим промышленное значение и произрастающих в США. Они содержат 10 показателей для 112 пород и их разновидностей, в том числе для 47 хвойных и 65 лиственных пород. Качественное отличие этого массива информации от ГСССД 69—84 заключается в том, что, согласно стандартам Американского общества по испытанию материалов (ASTM) испытания проводили на более крупных образцах с базовым сечением 51 × 51 мм. Но в данных США отсутствуют значения прочности при растяжении. Поэтому для анализа выбраны только 6 показателей. Средние значения вариационных коэффициентов V [2, 5] показателей плотности, модуля упругости при изгибе, боковой твердости, а также пределов прочности при растяжении, изгибе, сжатии, скалывании соответственно равны 10/10; 20/22; 17/20; 20/—; 15/16; 13/18; 20/14 %. Изменчивость показателей, полученных в СССР (числитель) и в США (знаменатель), незначительна. Наименьшую изменчивость имеет плотность древесины, наибольшую — модуль упругости. Следует иметь в виду, что изменчивость, выражаемая вариационным коэффициентом, отражает не только природную из-

менчивость показателя, но и методические погрешности его определения (например, колебания влажности древесины, неточность установки образца, недостаточная жесткость приспособления и т. п.).

В табл. 1 дано сравнение методов испытаний древесины.

Таблица 1

Показатель	Характеристики метода испытаний	
	СССР	США
ρ_6	Образец размером $20 \times 20 \times 30$ мм; $\rho_{12} = m_{12}/V_{12}$	Образец $51 \times 51 \times 51$ мм;
E	Образец $20 \times 20 \times 300$ мм; $L = 240$ мм; 3- и 4-точечная схема нагружения	$\rho = m_0/V_w$ Образец $51 \times 51 \times 760$ мм; $L = 714$ мм; 3-точечная схема нагружения
σ_p	Образец фигурной формы; площадь сечения 4×20 мм; скорость испытания 3,3 МПа/с	
$\sigma_{изг}$	Образец $20 \times 20 \times 300$ мм; 3-точечная схема нагружения скорость около 1 МПа/с	Образец $51 \times 51 \times 714$ мм; 3-точечная схема нагружения
$\sigma_{сж}$	Образец $20 \times 20 \times 30$ мм; скорость около 1 МПа/с	Образец $51 \times 51 \times 208$ мм
τ	Площадь скалывания 20×30 мм; скорость около 0,01 МПа/с	Площадь скалывания 51×51 мм
T	Диаметр шарика 11,28 мм; глубина вдавливания 5,64 мм	Диаметр шарика 11,28 мм; глубина вдавливания 5,64 мм

При сравнении методов следует обратить внимание на то, что в нашей практике допускается определять предел прочности и модуль упругости при изгибе по разным схемам — по 3- или 4-точечной. В стандартах США регламентирована только одна (3-точечная) схема.

В связи с тем, что размерность твердости в двух базах данных различна, был выполнен перерасчет данных США с кН на МПа.

Для отечественных пород плотность при влажности 12% пересчитана на базисную плотность по формуле

$$\rho_6 = 0,823\rho_{12}$$

Таблица 2

Породы	Показатель	Статистические характеристики					Разность, %
		M_{cp}	$V, \%$	A/m_A	Δ/m_{Δ}	$n, шт.$	
Хвойные	ρ_6	405/401	19,5/15,1	-0,71/-1,06	0,19/-0,71	68/47	+1,4
	E	10,8/10,0	22,4/19,5	-0,70/0,18	-0,54/-0,53	39/47	+8,0
	σ_p	90,6/-	27,5/-	-0,01/-	-1,25/-	28/-	-
	$\sigma_{изг}$	77,9/72,2	22,1/19,1	-0,41/-0,99	-0,32/0,12	68/47	+7,8
	$\sigma_{сж}$	44,3/41,3	19,0/17,3	-0,72/-0,87	0,09/-0,87	68/47	+7,2
	τ	7,46/8,07	22,8/18,1	-0,89/-0,41	1,64/-0,71	60/47	+7,6
	T	22,5/23,8	31,9/26,4	-1,61/-0,49	-0,14/-0,40	31/43	-5,0
Лиственные	ρ_6	537/515	21,8/19,3	0,31/0,58	-0,88/-0,26	62/64	+4,2
	E	10,8/11,1	24,4/19,7	-0,98/-0,16	-0,47/-0,71	62/64	-2,8
	σ_p	115,1/-	27,0/-	-2,70/-	1,35/-	44/-	-
	$\sigma_{изг}$	99,0/91,3	24,8/24,7	-0,98/-0,39	-0,47/-1,47	62/64	+8,4
	$\sigma_{сж}$	52,1/46,2	21,0/21,0	-1,62/-0,70	0,94/-0,97	62/64	+12,7
	τ	10,6/11,6	35,3/24,6	-1,30/-0,46	-0,95/-0,85	44/64	-13,0
	T	47,9/46,0	39,6/34,8	-0,94/-0,61	0,58/-0,17	64/49	+3,0

Примечание. Здесь и далее в табл. 3 в числителе приведены данные, полученные по методикам СССР, в знаменателе — США.

в предположении, что коэффициент объемной усушки составляет 0,5.

В табл. 2 приведены обобщенные статистические характеристики хвойных и лиственных пород СССР и США с целью оценки их изменчивости и характера распределения.

В табл. 2 приняты следующие обозначения: M_{cp} — среднее арифметическое; V — вариационный коэффициент; A/m_A — отношение асимметрии к ее ошибке; $\mathcal{E}/m_{\mathcal{E}}$ — отношение эксцесса кривой распределения к его ошибке.

Как видно из табл. 2, распределение всех величин подчиняется нормальному закону, поскольку значения A/m_A и $\mathcal{E}/m_{\mathcal{E}}$ не превышают 3.

Следовательно, можно утверждать, что при равенстве средней плотности древесины отечественные хвойные породы имеют более высокий модуль упругости при изгибе (на 8 %). Пределы прочности при сжатии и изгибе у насаждений двух стран существенно не отличаются.

Необходимо отметить тот факт, что для отечественных пород модули упругости при изгибе оказались одинаковыми как для хвойной, так и лиственной древесины. Для пород США наблюдалась заметная разница (на 11 %). Последний факт кажется более логичным, так как все пределы прочности для лиственных пород выше, чем хвойных.

Следует обратить внимание на то, что различие средней плотности хвойных и лиственных пород СССР и США незначительно и статистически недостоверно. В среднем отечественные породы на 7...12 % прочнее, однако это связано с масштабным фактором, т.е. с разницей в размере образцов. Для того, чтобы сравнение было более объективным, выполнен пересчет показателей отечественных пород с размеров l, b, h на увеличенные размеры L, B, H образцов поперечным сечением 51×51 мм². Согласно [1] и данных Ю. С. Соболева [4], расчетные зависимости имеют следующий вид:

для модуля упругости

$$\frac{E_{l, b, h}}{E_{L, B, H}} = \frac{1 - 30 \frac{h^2}{l^2}}{1 - 30 \frac{H^2}{L^2}} \left(\frac{lbh}{LBH} \right)^{-0,024};$$

для предела прочности при изгибе

$$\frac{\sigma_{l, b, h}^{изг}}{\sigma_{L, B, H}^{изг}} = \frac{1 - 24 \frac{h^2}{l^2}}{1 - 24 \frac{H^2}{L^2}} \left(\frac{lbh}{LBH} \right)^{-0,050};$$

для предела прочности при сжатии

$$\frac{\sigma_{l, b, h}^{сж}}{\sigma_{L, B, H}^{сж}} = \left(\frac{lbh}{LBH} \right)^{-0,016}$$

Таблица 3

Породы	Показатель	Численное значение показателя
Хвойные	E	10,8/10,0
	$\sigma_{изг}$	70,8/72,2
	$\sigma_{сж}$	41,9/41,3
Лиственные	E	10,8/11,1
	$\sigma_{изг}$	90,0/91,3
	$\sigma_{сж}$	47,3/46,2

Согласно вычислениям, масштабные коэффициенты для модуля упругости, предела прочности при изгибе и сжатии соответственно, равны 1,00; 1,20 и 1,06.

Сравнение важнейших показателей с учетом масштабного фактора представлено в табл. 3.

Таким образом, нет большой разницы в показателях древесных пород США и СССР. Естественно, что породный состав, представленный в двух базах данных, очень различен. Сравнение показателей в пределах одной породы по данным массивам информации некорректно из-за малых объемов выборки. Однако очень близкое совпадение средних величин базисной плотности древесины пород СССР и США дало возможность сравнивать ее механические показатели. Полученные массивы информации в дальнейшем могут быть использованы для анализа взаимосвязи показателей между собой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Волюнский В. Н. Особенности проявления масштабного фактора при изгибе древесины // Лесн. журн.— 1990.— № 2.— С. 76—78.— (Изв. высш. учеб. заведений). [2]. ГСССД 69—84. Показатели физико-механических свойств малых чистых образцов древесины.— М.: Госстандарт СССР, 1985.— 36 с. [3]. РТМ. Древесина. Показатели физико-механических свойств.— М.: Госстандарт СССР, 1962.— 48 с. [4]. Соболев Ю. С. Древесина как конструкционный материал.— М.: Лесн. пром-сть, 1979.— 249 с. [5]. Справочное руководство по древесине / Пер с англ.— М.: Лесн. пром-сть, 1979.— 544 с.

Поступила 29 сентября 1993 г.

УДК 674.053 : 621.934

О КРИТИЧЕСКИХ ЧАСТОТАХ ВРАЩЕНИЯ НАГРЕТЫХ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЗОНЕ КРУГЛЫХ ПИЛ

С. В. ЕРШОВ

ЦНИИМОД

Подготовка плоских круглых пил к работе предусматривает операцию натяжения, которая заключается в создании начальных напряжений растяжения в периферии и сжатия в центральной зоне пилы. Обычно натяжение производят проковкой или вальцеванием, хотя возможны и другие методы, например, термомпластическая деформация или автофретирование. Натяжение пилы увеличивает ее минимальную критическую частоту вращения, что, в свою очередь, позволяет снизить толщину используемых в данном станке пил или увеличить частоту их вращения [6].

Поскольку степень проковки пилы связана с рабочей частотой ее вращения, возникает вопрос о подготовке пилы под заданную частоту вращения. Эта проблема подробно рассмотрена в работе [4], где показано, что задача согласования степени проковки и частоты вращения пилы всегда имеет только прямое решение, т. е. для каждой пилы с определенным напряженным состоянием можно подобрать частоту вращения (включая ноль), при которой эта пила будет наиболее устойчива к внешним воздействиям. Невозможность в ряде случаев обратного решения, т. е. подготовки любой пилы под заданную частоту вращения, объясняется естественным ограничением степени ее проковки — потерей пилой при проковке устойчивости по зонтичной форме. Напряженное состояние, при котором пила начинает терять плоскую форму, называется критическим. Пилы с таким напряженным состоянием крайне неудобны