

*А. К. ПЕТРУША,
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент*

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСИНЫ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЕННЫХ ТИПОВ ЛЕСА БССР

БССР, хотя и занимает сравнительно небольшую территорию в СССР, но отдельные части ее имеют свои климатические и лесорастительные условия. Однако изучены лесорастительные условия, характер лесов БССР и особенно свойства древесины древесных пород БССР до сего времени весьма и весьма недостаточно. Подтверждением этому служит изданный ГОСТ 4631-49 «Показатели физико-механических свойств древесины». В указанном ГОСТе для всех древесных пород БССР, за исключением клена остролистного, показатели физико-механических свойств отсутствуют. Совершенно неизученными являются и такие весьма актуальные вопросы, как степень распространения пороков (гнили, суковатости, косослоя и др.) в насаждениях различных типов и их влияния на технические свойства древесины, производительность и товарность различных типов леса и ряд других вопросов, направленных на повышения количественной и качественной эффективности древостоев, на повышение производительности насаждений и рационального использования лесных ресурсов в народном хозяйстве.

Исходя из вышеизложенного, мы приступили к изучению технических свойств главнейших древесных пород БССР в связи с типами леса, к изучению распространенности пороков древесины в насаждении различных типов леса и их влияния на технические свойства древесины, а также производительности разных типов леса. За пятилетний период работы мы исследовали 11 главнейших древесных пород БССР, произрастающих в 24 типах леса.

Так как в данной статье нет возможности изложить выполненную работу в полном ее объеме, остановимся только на главнейших физико-механических свойствах древесины сосны обыкновенной в связи с условиями произрастания—типами леса.

Для исследования были приняты наиболее распространенные типы леса в лесонасаждениях БССР: сосняк брусничниковый, сосняк черничниковый, сосняк мшистый, сосняк долгомошниковый и сосняк вересковый.

Сбор материалов для исследования производился в лесонасаждениях лесничества Осиповичского, Червенского и Негодельского лесхозов. Выбор объектов для сбора материалов производился путем предварительного изучения лесоустроительных, таксационных и других материалов с последующим рекогносцировочным осмотром лесонасаждений и лесных дач указанных лесхозов.

Руководствуясь классификацией типов леса академика В. И. Сукачева, в намеченных лесничествах и лесных дачах выбирались лесоучастки определенных типов леса. На каждом лесоучастке по заданным визирам производился учет всех встречаемых пороков и одновременно подбирались наиболее типичные и характерные места для закладки пробных площадей. В насаждениях каждого типа леса отводилось три пробные площади по 0,5 га. На пробных площадях производилось описание покрова, подроста, рельефа, почв по горизонтам, для чего выкапывалось по 2 шурфа на каждой пробной площади. Производился сплошной переучет всех деревьев по ступеням толщины через 2 см. Давалась таксационная характеристика насаждений, учитывался состав и строение насаждения, возраст, полнота, бонитет, запас по массе и другие необходимые таксационные и лесоводственные данные. На основании проведенного сплошного переучета все деревья на пробных площадях группировались по ступеням толщины, учитывалось, какой процент составляет в насаждении каждая группа деревьев и в соответствии с этим с каждой группы бралось соответствующее количество модельных деревьев. Срубленные модельные деревья условно (без раскряжевки) разрабатывались на лесные сортименты. Полученный выход сортиментов и подробное описание модельных деревьев заносились в специальные карточки.

Сбор материала проводился в основном с 1 августа по 15 сентября. Не останавливаясь подробно на методике сбора материала, отметим только, что для исследования свойств древесины сосны указанных пяти типов леса было заложено 18 пробных площадей по 0,5 га каждая. На пробных площадях было взято 90 модельных деревьев, из которых было заготовлено 180 модельных кряжей длиной по 1,25 м и 435 кряжей длиной по 0,5 м. Разработка модельных кряжей на образцы, изготовление образцов и их исследование производилось с соблюдением требования ГОСТа 6336-52.

Испытание образцов на сжатие вдоль и поперек волокон, на скалывание вдоль волокон, на раскалывание, на поперечный статический изгиб и определение статической твердости

проводилось на 30-тонной универсальной машине «А. Амблер». Для каждого вида испытания устанавливались необходимая мощность машины, обеспечивающая требуемую точность исследования. Испытание на ударный изгиб проводилось на маятниковом копре МК-30.

Результаты исследований физических и механических свойств обрабатывались методом вариационной статистики. Определялись среднее арифметическое, среднее квадратическое отклонения, средняя ошибка среднего арифметического, вариационный коэффициент, или коэффициент изменчивости, показатель точности наблюдения и степень достоверности разницы между двумя рядами наблюдений.

Полученные результаты исследования основных видов физико-механических свойств приводятся в табл. 1—5.

Таблица 1

Абсолютная влажность древесины заболони и ядра растущих деревьев сосны

Тип леса	Заболонь				Ядро			
	W влажность в %	среднее квадратическое отклон.	вариант. коэф. в %	показатель точности наблюдений в %	W влажность в %	среднее квадратическое отклон.	вариант. коэф. в %	показатель точности наблюдений в %
Сосняк-брусничник	127±3,6	26,1	17,7	2,8	46±2,4	14,1	30,1	4,6
Сосняк-черешник	120±3,0	24,8	20,7	2,7	65±3,6	21,3	19,4	4,4
Сосняк мшистый	123±3,8	30,1	24,3	3,1	49±3,1	16,2	27,9	4,9
Сосняк долгомошник	130±3,6	26,5	20,6	2,9	46±3,8	26,0	24,5	4,3
Сосняк вересковый	116±3,6	24,4	20,3	3,5	40±3,1	12,5	28,7	4,3
Средние показатели для пяти типов леса	125±3,5	—	—	—	49±3,2	—	—	—

Из табл. 1 видно, что в сосне всех типов леса древесина заболони содержит в 2,5—3 раза больше влажности, чем древесина ядра.

Наибольшее количество влаги содержится в древесине заболони сосны типа леса сосняка долгомошникового и в древесине ядра типа леса сосняка черничникового при достоверной разнице, равной 4,8 и 5,4 по сравнению с показателями влаж-

ности древесины заболони и ядра сосны типа леса сосняка верескового.

В древесине заболони, а также и в древесине ядра сосны остальных типов леса существенной разницы в наличии влажности нет.

Таблица 2

Объемный вес и коэффициенты усушки древесины сосны различных типов леса

Тип леса	$\gamma_{15} \pm m$ объемный вес при 15% влажн., г/см ³	Коэффициент усушки в %		
		радиальн. $K_r = \pm m$	тангент. $K_t \pm m$	объемный $K_v \pm m$
Сосняк-брусничник	$0,537 \pm 0,009$	$0,221 \pm 0,008$	$0,382 \pm 0,009$	$0,636 \pm 0,010$
Сосняк мшистый	$0,545 \pm 0,009$	$0,240 \pm 0,009$	$0,382 \pm 0,008$	$0,712 \pm 0,010$
Сосняк-черничник	$0,520 \pm 0,007$	$0,202 \pm 0,005$	$0,303 \pm 0,008$	$0,557 \pm 0,010$
Сосняк долгомошниковый	$0,476 \pm 0,008$	$0,172 \pm 0,008$	$0,291 \pm 0,013$	$0,504 \pm 0,011$
Сосняк вересковый	$0,523 \pm 0,006$	$0,211 \pm 0,005$	$0,352 \pm 0,006$	$0,610 \pm 0,009$
Средние показатели для пяти типов леса	$0,520 \pm 0,008$	$0,209 \pm 0,007$	$0,342 \pm 0,011$	$0,604 \pm 0,010$

Приведенные в табл. 2 данные свидетельствуют об отсутствии достоверной разницы в показателях объемного веса и коэффициентов усушки для древесины сосны типов леса сосняка мшистого, сосняка брусничникового и сосняка верескового.

Древесина сосны указанных типов леса имеет на 5% больший объемный вес и в среднем на 12—14% большие коэффициенты усушки по сравнению с древесиной сосны типа леса сосняка черничникового, а также на 12% больший объемный вес и на 25—28% большие коэффициенты усушки по сравнению с древесиной сосны сосняка долгомошникового.

Следует отметить, что полученные нами результаты исследования подтверждают имеющиеся в литературе сведения о том, что древесина с большим объемным весом имеет соответственно большие коэффициенты линейной и объемной усушки.

В табл. 3 приводятся полученные показатели основных механических свойств древесины сосны различных типов леса БССР.

Приведенные данные в табл. 3 свидетельствуют о следующем:

1. Наиболее высокими механическими свойствами обладает древесина сосны из типов леса сосняка мшистого и сосняка брусничникового.

Показатели основных механических свойств древесины сосны при 15-процентной влажности

Тип леса	В каком направлении	Предел прочности δ 15 ± m, кг/см ²				$E_{15} \pm m$ модуль упруг. при стат. изгибе в тыс. кг/см ²	$A_{15} \pm m$ уд. работа при ударном изгибе, кг/см ³	$S_{15} \pm m$ сопрот. раскл., кг/см	Твердость, кг/см ²			Козф. качества		
		при сжатии вдоль во- локон	при сжатии поперек волокон	при скаль- вании вдоль волокон	при попе- речном				тангент. и радиальн.	торцов	при сжатии вдоль во- локон	при попер. статическом изгибе	при торцевой твердости	
Сосняк- бруснич- ник	тангент.	398 ± 13,9	81 ± 4,0	64 ± 2,6	812 ± 22	102,8 ± 2,8	0,268 ± 0,013	193 ± 8,1	288 ± 10,2	745	1512	523		
	радиальн.		51 ± 1,8	69 ± 2,1	790 ± 19	95,5 ± 3,1	0,351 ± 0,018							
Сосняк мшистый	тангент.	405 ± 10,1	84 ± 3,9	76 ± 1,9	862 ± 27	101,6 ± 3,4	0,306 ± 0,018	218 ± 9,4	285 ± 8,8	743	1532	141		
	радиальн.		53 ± 1,6	77 ± 2,2	803 ± 23	101,2 ± 3,5	0,357 ± 0,026							
Сосняк- чернич- ник	тангент.	376 ± 10,1	62 ± 2,2	61 ± 1,6	732 ± 25	95,9 ± 3,9	0,233 ± 0,012	11,8 ± 5,2	184 ± 5,2	254 ± 7,5	723	1447	502	
	радиальн.		43 ± 1,9	68 ± 1,9	694 ± 24	89,3 ± 3,9	0,347 ± 0,015	11,9 ± 0,3						189 ± 6,6
Сосняк- долго- мошник	тангент.	360 ± 9,2	46 ± 2,5	60 ± 1,5	674 ± 25	91,6 ± 4,2	0,205 ± 0,010	10,0 ± 0,1	166 ± 5,1	239 ± 19,6	756	1420	439	
	радиальн.		34 ± 1,1	68 ± 2,0	621 ± 21	80,5 ± 3,6	0,261 ± 0,015	9,0 ± 0,2						183 ± 6,4
Сосняк вереско- вый	тангент.	388 ± 11,2	75 ± 3,2	63 ± 2,5	725 ± 25		0,248 ± 0,014		224 ± 8,0	310 ± 9,0	741	1385	592	
	радиальн.		56 ± 2,7	73 ± 2,6	686 ± 26		0,278 ± 0,014							232 ± 7,2
Средние по- казатели для 5 типов леса	тангент.	385 ± 10,8	69 ± 3,1	65 ± 2,0	761 ± 25	97,9 ± 3,6	0,252 ± 0,015	10,9 ± 0,25	197 ± 7,1	273 ± 9,6	741	1420	502	
	радиальн.		47 ± 1,8	70 ± 2,1	719 ± 22	94,1 ± 3,1	0,319 ± 0,017	10,4 ± 0,25						102 ± 7,2

Показатели механических свойств древесины сосны указанных типов леса в среднем на 14—20% больше по сравнению с показателями древесины сосны сосняка долгомшшникового и на 8—10% больше по сравнению с показателями древесины сосны сосняка черничникового.

Древесина сосны сосняка верескового при одинаковой прочности при сжатии вдоль и поперек волокон и при несколько большей твердости имеет на 12—15% меньшую прочность и качество при поперечном статическом изгибе по сравнению с древесиной сосны сосняка брусничникового и сосняка мшистого.

2. Проведенные исследования механических свойств древесины сосны в различных направлениях и плоскостях показали, что прочность при поперечном статическом изгибе и условные пределы прочности при сжатии поперек волокон для древесины сосны всех типов леса в среднем на 6—22% большие в тангентальном направлении, и, наоборот, прочность при скалывании вдоль волокон и удельная работа при ударном изгибе соответственно на 7 и 25% больше в радиальной плоскости и в радиальном направлении.

Кроме этого, нами были проведены исследования по установлению изменения показателей физико-механических свойств древесины сосны различных типов леса по высоте и по радиусу (по периодам роста) ствола. Полученные результаты приводим в табл. 4—5.

Анализируя приведенные данные в табл. 4 и 5, можно заключить, что:

1. В растущих деревьях сосны различных типов леса влажность древесины, а также объемный вес и показатели прочности по высоте и по радиусу ствола изменяются почти одинаково. От комля к кроне влажность древесины увеличивается. В древесине, взятой в начале кроны, и в кроне в 1,5—2 раза больше содержится воды, чем в древесине комлевой части ствола.

В древесине заболони в 2,5—3 раза больше воды, чем в древесине ядра. В пределах ядра по радиусу ствола влажность древесины также уменьшается от периферии к центру с достоверной разницей в показателях между смежными периодами роста.

2. Объемный вес и прочность древесины комлевой части ствола на 15—20% больше, чем древесины, взятой на $\frac{1}{2}$ высоты ствола, и на 22—27% больше по сравнению с древесиной подкронной части ствола.

По радиусу ствола объемный вес и прочность древесины увеличивается от центра к периферии. Древесина периода

роста 20—40 лет имеет на 4—6% меньший объемный вес и пределы прочности по сравнению с древесиной периода роста 40—60 лет и на 12—18% меньшие показатели объемного веса и прочности по сравнению с древесиной периода роста 60—80 лет.

Т а б л и ц а 4

Изменение основных показателей физико-механических свойств древесины сосны по радиусу по периодам

Тип леса	Периоды роста от периферии к центру ствола	W ± m влажность свежесрублен. древесины в %	γ _{15±m} объемный вес при 15 проц. влажности, г/см ³	δ _{15±m} пределы прочности при 15 % влажности	
				при сжатии вдоль волокон	при поперечном статическом изгибе
Сосняк-брусничник	I	127 ± 3,6	0,546 ± 0,009	414 ± 14	882 ± 29
	II	70 ± 3,3	0,513 ± 0,009	395 ± 10	831 ± 27
	III	38 ± 3,8	0,511 ± 0,008	369 ± 11	721 ± 30
	IV	31 ± 0,6	—	—	—
Сосняк мшистый	I	123 ± 3,4	0,553 ± 0,007	417 ± 11	903 ± 26
	II	74 ± 4,2	0,545 ± 0,009	415 ± 10	852 ± 35
	III	46 ± 3,4	0,533 ± 0,008	384 ± 11	825 ± 21
	IV	30 ± 0,4	—	—	—
Сосняк-черничник	I	120 ± 3,4	0,509 ± 0,008	385 ± 14	800—30
	II	96 ± 3,2	0,506 ± 0,008	383 ± 9	742 ± 37
	III	65 ± 3,6	0,491 ± 0,009	325 ± 5	663 ± 39
	IV	51 ± 3,2	—	—	—
Сосняк-долгомошник	I	136 ± 3,6	0,097 ± 0,009	373 ± 8	709 ± 27
	II	56 ± 6,1	0,486 ± 0,007	343 ± 11	678 ± 32
	III	45 ± 3,6	0,440 ± 0,009	316 ± 13	574 ± 24
	IV	33 ± 3,7	—	—	—
Сосняк вересковый	I	116 ± 3,6	0,522 ± 0,01	392 ± 12	749 ± 27
	II	76 ± 5,1	0,518 ± 0,01	390 ± 7	726 ± 37
	III	45 ± 3,6	0,512 ± 0,009	343 ± 14	658 ± 28
	IV	33 ± 3,7	—	—	—

Изменение показателей основных физико-механических свойств древесины сосны по высоте ствола

Тип леса	Высота ствола	W ± m влаж- ность свеже- срубл. древесины в %	γ ₁₅ ± m объем- ный вес при 15-процентной влажн., г/см ³	Предел прочности σ ₁₅ ± m кг/см ² при 15-процентной влажности		
				при сжатии вдоль волокон	при попе- речном ста- тическом изгибе	при скалы- вании вдоль волокон
Сосняк-брусничник	На высоте пня	67 ± 4,9	—	—	—	—
	На высоте 1,3 м	64 ± 4,8	0,589 ± 0,007	455 ± 11	962 ± 24	—
	На 1/2 выс. ствола	76 ± 5,8	0,508 ± 0,005	404 ± 9	773 ± 23	—
	Под кроной	90 ± 6,1	0,472 ± 0,005	357 ± 7	712 ± 20	—
	В кроне	126 ± 6,4	—	—	—	—
Сосняк мшистый	На высоте пня	63 ± 3,7	—	—	—	—
	На высоте 1,3 м	63 ± 4,2	0,593 ± 0,007	496 ± 8	994 ± 24	82 ± 2,0
	На 1/2 выс. ствола	70 ± 6,2	0,515 ± 0,007	407 ± 12	853 ± 22	—
	Под кроной	102 ± 6,2	0,478 ± 0,007	358 ± 14	739 ± 37	74 ± 0,3
	В кроне	123 ± 8,2	—	—	—	—
Сосняк-черничник	На высоте пня	63 ± 4,4	—	—	—	—
	На высоте 1,3 м	63 ± 4,6	0,555 ± 0,008	400 ± 11	806 ± 21	62 ± 1,6
	На 1/2 выс. ствола	78 ± 6,6	0,492 ± 0,006	349 ± 11	653 ± 28	—
	Под кроной	94 ± 9,5	0,452 ± 0,005	325 ± 5	613 ± 18	58 ± 1,3
	В кроне	120 ± 6,8	—	—	—	—

Тип леса	Высота ствола	W ± m влаж- ность свеже- срубл. древесины в %	γ ₁₅ ± m объем- ный вес при 15-процентной влажн., г/см ³	Предел прочности δ ₁₅ ± m кг/см ² при 15-процентной влажности		
				при сжатии вдоль волокон	при попе- речном ста- тическом изгибе	при скалы- вании вдоль волокон
Сосняк-долгомошник	На высоте пня	73 ± 5,4				
	На высоте 1,3 м	69 ± 5,7	0,528 ± 0,009	398 ± 6	795 ± 31	
	На 1/2 выс. ствола	83 ± 8,3	0,492 ± 0,006	312 ± 7	643 ± 28	
	Под кроной	108 ± 7,2	0,450 ± 0,005	286 ± 7	596 ± 26	
	В кропе	134 ± 6,4	—	—	—	
Сосняк вересковый	На высоте пня	70 ± 4,1				
	На высоте 1,3 м	70 ± 4,8	0,574 ± 0,007	435 ± 13	831 ± 25	66 ± 2,2
	На 1/2 выс. ствола	76 ± 5,8	0,506 ± 0,007	348 ± 8	661 ± 27	—
	Под кроной	81 ± 5,6	0,460 ± 0,009	334 ± 7	618 ± 23	59 ± 2,8
	В кропе	113 ± 4,7	—	—	—	—

ПРИМЕЧАНИЕ. Пределы прочности при поперечном статическом изгибе и при скалывании вдоль волокон приведены для тангентального направления и тангентальной плоскости.

ВЫВОДЫ

Полученные нами результаты исследования свойств древесины сосны обыкновенной наиболее распространенных типов леса БССР позволяют сделать следующие выводы:

1. Наиболее высокими показателями физико-механических свойств и лучшими качественными показателями обладает древесина сосны типов леса сосняка мшистого и сосняка брусничникового.

2. Эти исследования подтвердили, что достоверные и практически важные различия в свойствах древесины наблюдаются в крайних типах леса, далеко стоящих друг от друга по ряду признаков.

Древесина сосны из не резко отличающихся по ряду признаков типов леса имеет значительно меньшую разницу в показателях физико-механических свойств, чем древесина, взятая из разных мест, по высоте и по радиусу ствола деревьев сосны одного и того же типа леса.

Все это обуславливает необходимость при исследовании свойств древесины обращать внимание на изучение образования и развития тех или иных паразитарных и непаразитарных пороков (гнили, суковатости, косослоя и др.) и их влияния на выход различных сортиментов и товарность насаждений различных типов леса.

3. Необходимо отметить, что полученные нами средние показатели механических свойств древесины сосны, произрастающей в БССР, одинаковые с показателями, приведенными в ГОСТе 4631-49 для древесины сосны УССР, и в среднем на 5—10% меньше по сравнению с древесиной сосны центральных районов Европейской части СССР, на 14% меньше показателей древесины сосны севера Европейской части СССР и в среднем на 4—10% больше по сравнению с показателями механических свойств, приведенными в вышеуказанном ГОСТе для древесины сосны обыкновенной Западной и Восточной Сибири и Хабаровского края.

Нужно полагать, что вышеуказанные различия в показателях свойств древесины сосны, произрастающей в различных районах, обуславливаются до некоторой степени влиянием климата.

4. До сего времени в литературе нет данных о свойствах древесины сосны, произрастающей в БССР, отсутствуют также в ГОСТе 4631-49; несомненно, полученные нами в весьма большом материале результаты исследований подтверждают наши сведения о свойствах древесины древесных пород, произрастающих в БССР, и вполне могут быть использованы для дополнения вышеуказанного ГОСТа показателей физико-механических свойств древесины древесных пород СССР с учетом районов их произрастания.