

УДК 630*812

А.И. Ревин, А.Н. Смольянов, Н.Б. Старостюк

Воронежская государственная лесотехническая академия

Ревин Алексей Иванович родился в 1959 г., окончил в 1985 г. Воронежский лесотехнический институт, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесной таксации и лесоустройства Воронежской государственной лесотехнической академии. Имеет 50 печатных работ в области комплексной продуктивности насаждений.
E-mail: lestaks53@mail.ru



Смольянов Анатолий Николаевич родился в 1950 г., окончил в 1974 г. Воронежский лесотехнический институт, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесной таксации и лесоустройства Воронежской государственной лесотехнической академии. Имеет 120 печатных работ в области динамики и прогнозирования лесистости, кадастровой оценки древостоев и моделирования экосистем.
E-mail: lestaks53@mail.ru



Старостюк Наталья Борисовна родилась в 1983 г., окончила в 2000 г. Воронежскую государственную лесотехническую академию, заместитель директора офиса коммерциализации инновационных проектов и разработок. Имеет 9 печатных работ в области охраны окружающей природной среды и особо охраняемых природных территорий.
E-mail: natder83@mail.ru



ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСИНЫ КУЛЬТУР СОСНЫ РАЗЛИЧНОЙ ГУСТОТЫ ПОСАДКИ В ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Проведены исследования и представлены статистические показатели физико-механических свойств древесины культур с различной плотностью посадки. Выявлены наивысшие показатели качества.

Ключевые слова: плотность древесины, древесное сырье, густота посадки, вариационная статистика.

Важнейшим показателем качества древесины является плотность [6]. Она определяет массу, дает представление о механических свойствах древесины и влияет на качество многих продуктов, получаемых из нее, например целлюлозы, древесностружечных плит, продуктов биохимии. При увеличении плотности древесины повышается прочность, с уменьшением ее от 700 до 380 кг/м³ усилие резания снижается примерно в 2 раза.

Целлюлозно-бумажная промышленность заинтересована в получении сырья в единицах массы, а не объема, так как потребление древесины на 1 т произведенной целлюлозы колеблется в пределах 3,5...5,8 м³, это зависит от изменения плотности от 350 до 560 кг/м³. Разница в потреблении древесины достигает 66 %. Учитывая огромные масштабы применения древесного сырья на современных предприятиях, можно утверждать, что различия в ее плотности всего в 1...2 % требуют внесения соответствующих корректив в организацию производства.

В современной практике наметилась явная тенденция к снижению плотности перерабатываемого сырья. А это влечет за собой увеличение расхода его на 1 т производимой продукции и полуфабрикатов (целлюлоза, древесная масса и др.), что отрицательно сказывается на производственных показателях предприятий, перерабатывающих древесину. Учитывая требования, которые современные предприятия лесной и целлюлозно-бумажной промышленности предъявляют к качеству древесного сырья, лесоводы должны стремиться к производству древесины повышенной плотности.

Значительная часть проводимых сейчас лесохозяйственных мероприятий направлена на повышение количественной продуктивности наших лесов путем ускорения их роста. Это относится к лесокультурной практике, тяготеющей к более редким посадкам деревьев, использованию удобрений и гидротехнических мелиораций. Установлено, что в результате применения этих способов ускорения роста насаждений плотность вновь формируемой древесины уменьшается на 5...15 %. Такое неблагоприятное изменение в свойствах древесины, хотя и перекрывается в значительной мере прибавкой урожая, необходимо учитывать при общей оценке проводимых лесохозяйственных мероприятий.

При решении вопроса о создании культур той или иной густоты необходимо установить их целевое назначение, которое во многом зависит от перспектив использования лесного сырья в будущем [5]. Разработка методов выращивания культур для этого – один из реальных путей повышения продуктивности лесов и интенсификации лесного хозяйства. Используя различные лесохозяйственные приемы, лесоводы могут ограничить действие факторов, отрицательно влияющих на плотность выращиваемой древесины.

Мы изучали плотность древесины культур сосны различной густоты посадки в воздушно-сухом и абс. сухом состоянии, предел прочности на сжатие и изгиб. Исследования проводились в опытных культурах сосны обыкновенной, заложенных в Семикинском лесничестве Перкинского лесхоза в 1956 г. кафедрой лесной таксации и лесоустройства под руководством проф. В.В. Успенского. Исследуемый участок расположен в квартале 128 (выдел 14) и представляет собой пропавшие культуры сосны 1947 г. Рельеф ровный, почва свежая супесчаная, в травянистом покрове осока, тип леса В₂. В сентябре 1955 г. проводилась сплошная вспашка тракторным плугом на глубину 20...25 см. Посадка выполнена в апреле 1956 г. под меч Колесова однолетними сеянцами сосны, выращенными в питомнике лесничества. На исследуемом участке были заложены шесть вариантов культур с различной густотой посадки (табл. 1). Дополнения культур не было. Шестой вариант (размещение посадочных мест 1,5 × 0,8 м, густота посадки 8 тыс.шт./га, площадь 0,55 га) в настоящее время расстроен, сильно заселен березой и поэтому для исследований не использовался. В остальных пяти вариантах густоты согласно ОСТ 56-69-83 [4] были заложены пробные площади, таксационная характеристика которых приведена в табл. 1.

Таблица 1

**Таксационная характеристика 26-летних культур сосны
разной густоты посадки**

Показатель	Вариант				
	1	2	3	4	5
Размещение посадочных мест, м	1,5×0,7	1,0×1,0	1,0×0,7	0,7×0,7	0,5×0,5
Густота, тыс. шт./га:					
посадки	10,0	10,0	14,5	25,0	40,0
на момент обследования	4,48	4,99	6,64	7,38	7,69
Средняя высота, м	12,2	11,6	11,5	10,3	9,3
Средний диаметр, см	11,2	10,4	9,9	9,3	8,5
Сумма площадей сечений, м ² /га	41,5	42,0	48,1	47,1	41,7
Среднее видовое число	0,498	0,550	0,523	0,672	0,655
Запас, м ³	257	260	289	326	254
Прирост, м ³ :					
средний	9,9	10,0	11,1	12,5	9,8
текущий	17,8	21,4	22,3	22,6	20,8
Масса, ц:					
сучьев:					
≤ 3 см	188,4	146,5	141,6	176,4	122,1
сухих	161,3	111,5	150,8	143,4	100,6
корней	386,2	435,0	376,7	426,6	396,2
хвойной лапки	465,4	435,3	430,3	540,5	442,1
Длина побегов первого года, км	133,8	142,1	156,4	161,0	138,5

Для каждого варианта густоты отдельные ступени толщины объединяли в классы с неодинаковым числом стволов и расчетным путем выбирали модельное дерево. Затем от средних моделей брали 2-метровые кряжи на образцы для выявления физико-механических свойств древесины согласно ГОСТ 21554.4–78 [1] и ГОСТ 21554.2–81 [2], кряжи разделявали на доски, а их, в свою очередь, распиливали на рейки размерами 20×20×2000 мм, нанося маркировку. Из реек изготавливали образцы размерами 20×20×30 и 20×20×300 мм, проводили их маркировку, где указывали густоту, номер пробы, порядковый номер рейки и номер образца.

Исследовали 333 опытных образца размерами 20×20×30 мм для определения плотности в воздушно-сухом и абс. сухом состоянии. В первом случае обмеряли ширину, длину и высоту для определения объема образцов, затем их взвешивали. Плотность древесины (кг/м³) определяли по формуле $\rho = m/V$, где m – масса образца, кг; V – его объем, м³. Во втором случае образцы высушивали в сушильном шкафу в течение 6 ч при температуре 104 °С, после чего также обмеряли и взвешивали, по той же формуле рассчитывали плотность. Полученные результаты заносили в журнал испытаний [3].

Таблица 2

Статистические показатели физико-механических свойств древесины						
№ варианта	<i>N</i>	$M \pm m_M$	σ	<i>C</i>	P_M	t_M
Плотность, кг/м ³						
1	102	$427,98 \pm 2,40$	24,20	5,65	0,56	178,33
		$407,40 \pm 2,26$	22,80	5,60	0,55	180,27
2	52	$445,00 \pm 3,18$	22,90	5,15	0,71	139,94
		$426,00 \pm 3,02$	21,80	5,12	0,71	141,06
3	81	$484,12 \pm 4,73$	42,56	8,79	0,98	102,35
		$456,04 \pm 4,46$	40,16	8,81	0,98	102,25
4	53	$433,26 \pm 4,29$	31,22	7,21	0,99	100,99
		$411,44 \pm 4,25$	30,94	7,52	1,03	96,81
5	45	$426,76 \pm 3,47$	23,28	5,46	0,81	122,99
		$402,44 \pm 3,29$	22,08	5,49	0,82	122,32
Предел прочности при продольном сжатии, МПа						
1	89	$135,22 \pm 2,15$	20,29	15,00	1,59	62,86
2	49	$150,71 \pm 1,60$	14,14	7,43	1,06	94,23
3	74	$166,80 \pm 2,49$	21,40	12,83	1,49	67,23
4	48	$144,20 \pm 2,90$	20,05	13,90	2,01	49,78
5	51	$142,26 \pm 2,13$	15,23	10,71	1,50	66,71
Предел прочности при статическом изгибе, МПа						
1	13	$11,97 \pm 0,57$	2,04	17,05	4,72	21,17
2	6	$12,61 \pm 1,00$	2,45	19,47	7,94	12,59
3	6	$15,55 \pm 0,96$	2,35	15,09	6,16	16,22
4	7	$12,88 \pm 0,80$	2,12	16,43	6,20	16,13
5	6	$10,06 \pm 1,02$	2,50	24,85	10,14	9,86

Примечание. *N* – число испытаний, шт.; $M \pm m_M$ – среднее арифметическое значение показателя и его ошибка; σ – основное среднее квадратичное отклонение; *C* – коэффициент изменчивости, %; P_M – показатель точности среднего арифметического значения показателя, %; t_M – достоверность среднего арифметического значения показателя. Стандартное значение критерия Стьюдента $t_{st} = 2,6$.

Для определения усилий на сжатие и изгиб использовали машину УММ-5. На сжатие испытано 311 образцов размерами 20×20×30 мм, на изгиб – 38 шт. размерами 20×20×300 мм.

Полученные результаты исследований обработаны методом вариационной статистики (табл. 2), построены вариационные ряды и вычислены их показатели при большой выборке.

Полученные средние значения достоверны ($t_M > 3$), что соответствует вероятности 0,99, точность исследований высокая ($P_M < 5 \dots 10$ %). Если принять за 100 % показатели варианта 3, то получим по вариантам 1, 2, 4 и 5: плотность в воздушно-сухом состоянии соответственно 88,40; 94,92; 89,49 и 88,15 %; в абс. сухом – 89,33; 93,49; 90,21 и 88,25 %; предел прочности на сжатие – 81,07; 90,36; 86,45 и 85,29 %; на изгиб – 76,98; 81,09; 82,83 и 64,71 %.

Таблица 3

Показатели достоверности отношений признаков по вариантам культур

Показатель	Плотность древесины в состоянии		Предел прочности	
	воздушно-сухом	абс. сухом	на сжатие	на изгиб
$t_{10_1-10_2}$	4,28	5,21	5,78	0,56
$t_{10_1-14,5}$	10,59	9,73	9,60	3,22
t_{10_1-25}	1,07	0,84	2,49	0,93
t_{10_1-40}	0,29	1,24	2,32	1,64
$t_{10_2-14,5}$	6,86	5,56	5,44	2,12
t_{10_2-25}	2,20	2,79	1,97	0,21
t_{10_2-40}	3,87	5,28	3,17	1,78
$t_{14,5-25}$	7,97	7,24	5,92	2,14
$t_{14,5-40}$	9,77	9,68	7,49	3,92
t_{25-40}	4,28	1,68	0,54	2,18

Показатели достоверности отношений средних значений признаков между вариантами культур различной густоты приведены в табл. 3. Они достоверны при $t_M > 3$.

По результатам исследований можно сделать заключение, что наилучшими физико-механическими свойствами обладает древесина культур сосны с первоначальной густотой посадки 14,5 тыс. шт./га.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 21554.4–78. Пиломатериалы и заготовки. Метод определения предела прочности при продольном сжатии [Текст]. – Введ. 1980-01-01.
2. ГОСТ 21554.4–81. Пиломатериалы и заготовки. Метод определения предела прочности при статическом изгибе [Текст]. – Введ. 1982-01-01.
3. Исаева, Л.Н. Метод расчета локальной и средней плотности абсолютно-сухой древесины в стволах сосны и лиственницы [Текст] / Л.Н. Исаева // Лесоведение. – 1978. – № 4. – С. 90–94.
4. ОСТ 56-69–83. Площади пробные лесоустроительные. Методы закладки [Текст]. – М.: Изд-во стандартов, 1983. – 60 с.
5. Писаренко, А. И. Основные подходы к решению вопросов густоты посадки лесных культур [Текст] / А.И. Писаренко, М.Д. Мерзленко // Лесоведение. – 1979. – № 2. – С. 49–55.
6. Полубояринов, О.И. Плотность древесины [Текст] / О.И. Полубояринов. – Л.: ЛТА, 1973. – 76 с.

Поступила 10.06.08

A.I. Revin, A.N. Smoljanov, N.B. Starostyuk
Voronezh State Forestry Engineering Academy

Physical-mechanical Wood Properties of Pine Culture of Different Planting Density in Tambov Region

Research is carried out and different statistical rating of physical-mechanical wood characteristics with different planting density is presented. The highest quality rating is revealed.

Keywords: wood density, wood raw material, planting density, variation statistics.
