

**Физико-механические свойства древесины сосны по типам леса в подзоне южной тайги**

*Корчагов Сергей Анатольевич*

*Вологодская государственная молочнохозяйственная академия*

*д. с.-х. н., профессор, профессор кафедры лесного хозяйства*

*Хамитов Ренат Салимович*

*Вологодская государственная молочнохозяйственная академия*

*д. с.-х. н., доцент, профессор кафедры лесного хозяйства*

*Адаи Джордж Мианди*

*Такорадский технический университет, Гана*

*старший преподаватель*

**Аннотация**

Приведены результаты исследования физико-механических свойств древесины сосны обыкновенной в насаждениях искусственного происхождения по типам леса в подзоне южной тайги. Выявлено, что в лесных культурах сосны зеленомошной группы типов леса формируется древесина с большей шириной годичного слоя в сравнении с сосняками лишайниковыми. Аналогичная тенденция отмечается по содержанию поздних зон в годичных слоях древесины. Однако, различия в плотности и прочности древесины сосны, как правило, не являются существенными. Таким образом, результаты исследования не позволяют выделить какой-либо из рассмотренных вариантов лесных культур по высоким качественным показателям древесины сосны.

**Ключевые слова:** сосна обыкновенная, физико-механические свойства, древесина, типы леса, лесные культуры.

**Physical and mechanical properties of pine wood by forest types in the southern taiga subzone**

*Korchagov Sergey Anatolyevich*

*The Vereshchagin State Dairy Farming Academy of Vologda*

*doctor of agriculture, Professor, Professor of forestry Department*

*Khamitov Renat Salimovich*

*The Vereshchagin State Dairy Farming Academy of Vologda*

*doctor of agriculture, associate Professor, Professor of forestry Department*

*Adayi George Miandi*

*Takoradi Technical University, Ghana*

*senior lecturer*

**Abstract**

The results of the study of physical and mechanical properties of pine wood in plantations of artificial origin by forest types in the subzone of the southern taiga are presented. It is revealed that in the forest cultures of pine types: ridges with the groups of forest types formed wood with greater width of the annual ring in comparison with the pine forests of lichen. A similar trend is observed in the content of late zones in the annual layers of wood. However, differences in the density and strength of pine wood are usually not significant. Thus, results of research do not allow to allocate any of the considered options of forest cultures on high quality indicators of wood of a pine.

**Keywords:** physical and mechanical properties, wood, types of wood, forest cultures

В понятие лесорастительные условия входит комплекс климатических, орографических, гидрологических и почвенных факторов. Проведенные ранее исследования, направленные на выявление связи между лесорастительными условиями и древесной продуктивностью леса, позволяют судить о ее повышении при улучшении лесорастительных условий. Вопрос определения влияния условий местопроизрастания на качество древесины является более сложным, вследствие чего наблюдаются некоторые противоречия в полученных ранее результатах исследований. Связь лесорастительных условий и качества древесины остается до конца не выявленной, что и побудило нас к проведению такого рода исследований.

Цель нашего исследования заключалась в определении и сравнительной оценке качественных показателей древесины культивируемой сосны в основных типах леса в южной подзоне тайги в границах Вологодской области.

В настоящее время наибольшим спросом пользуется древесина хвойных пород, и в частности, сосны, в связи с чем, необходимость определения ее качественных характеристик является актуальной практической задачей. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*) имеет слегка розоватое ядро, которое со временем становится буровато-красноватым, широкую заболонь розового цвета (от желтоватого до розоватого). Годичные слои хорошо заметны с достаточно четкой границей между ранней и поздней древесиной, имеются довольно крупные и многочисленные смоляные ходы. Древесина средней плотности, достаточно высокой прочности и стойкости против гниения, хорошо обрабатывается, поэтому широко используется в виде круглых лесоматериалов и пиломатериалов, в жилищном и производственном строительстве, в судо- и вагоностроении, в мебельной промышленности [1].

Исследования выполнялись по программе, включающей следующие основные этапы:

- подбор насаждений с учетом поставленной цели исследования, определение их лесоводственно-таксационных показателей, отбор модельных деревьев и кряжей, изготовление малых чистых образцов;

- определение физико-механических свойств древесины на основе действующих стандартов и признанных методических подходов;
- обработка экспериментальных данных и их анализ.

Проведению качественной оценки древесины предшествовал подготовительный этап, в ходе которого осуществлялся ретроспективный анализ литературы в области изучения свойств выращиваемой древесины, особое внимание уделялось методическим подходам и ранее полученным результатам исследований [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8]. Для лесокультурных объектов изучалась история их создания и технология производства. Все это в конечном итоге позволило произвести тщательный подбор объектов исследований, решить программные, методические и организационные вопросы.

Полевой этап исследований начинался с рекогносцировочного обследования лесных участков, что позволило выбрать характерное место для закладки пробных площадей. Закладка пробных площадей осуществлялась в соответствии с положениями ГОСТ 16483.6-80 [9], ОСТ 56-69-83 [10], а также с учетом основных положений методических указаний Н.Н. Соколова [11] и Н.П. Анучина [12]. В целях устранения светового влияния на древостой, пробные площади закладывались с отступлением от квартальных просек, дорог, открытых стен леса не менее чем на 30 метров. Размер пробной площади определялся наличием на ней достаточного количества деревьев преобладающей породы для определения среднего диаметра древостоя с требуемой в лесной таксации точностью 3%, как важнейшего таксационного признака, обуславливающего строение древостоя. Учитывая рекомендации В.И. Василевича [13] пробным площадям придавалась прямоугольная форма. Все пробные площади в натуре отграничивались визирами с постановкой на углах столбов, на которых подписывался номер квартала и пробной площади, их величина, год проведения исследований. После отграничения пробной площади производился сплошной пересчет деревьев по диаметрам с группировкой по ступеням толщины, и породам.

По окончанию перечета для каждой породы, участвующей в составе от трех единиц и более, измерялись высоты у 15-25 деревьев, отобранных методом пропорционально-ступенчатого представительства. Одновременно определялся точный диаметр дерева на высоте груди. У сопутствующих пород (менее 3 единиц в составе) измерялись высоты 5 средних деревьев. Высоту деревьев измеряли высотомером Блюме-Лейсса.

Возраст древостоя определялся во время подготовительных работ по имеющейся в лесничестве документации, при необходимости возраст уточнялся путем подсчета годичных слоев на пнях модельных деревьев.

Изучение лесовосстановительных процессов под пологом древостоя проводилось на 10 учетных площадках размером 2×5 м каждая, расположенных по диагоналям пробной площади. На площадках выполнялся сплошной пересчет жизнеспособного подроста с подразделением его по

породам и категориям крупности. Для подлеска указывалась порода, его количество и высота.

Описание ботанического состава живого напочвенного покрова проводилось на учетных площадках размером 1×1 м. При этом напочвенный покров учитывался по ярусам, для каждого из которых указывался основной фон, степень развития покрова и обилие отдельных растений по шкале Друде.

Тип леса определялся с учетом основных положений лесной типологии, разработанной В.Н. Сукачевым [14], т.е. по преобладающей породе и основному представителю напочвенного покрова.

На основании материалов таксации пробных площадей рассчитывались таксационные показатели древостоев. Данные сплошного перечета позволили определить средний диаметр статистическим способом и абсолютную полноту древостоя, а использование «Стандартной таблицы сумм площадей поперечных сечений и запасов насаждений при полноте 1» - относительную полноту и запас стволовой древесины на 1 га. Средняя высота основного элемента леса определялась графическим способом. Класс бонитета устанавливался по шкале В.И. Левина [15], на основании средней высоты и возраста древостоя.

Для качественной оценки древесины в насаждении отбирались модельные деревья в соответствии с положениями ГОСТ 16483.6-80 [9]. Чтобы освободиться от влияния индивидуальных особенностей строения древесины того или иного дерева на результаты исследований физико-механических свойств, отбирались как минимум 3 модельных дерева из числа средних за пределами каждой пробной площади. Как указывал В.Е. Вихров [4], такое количество вполне достаточно для получения достоверных данных.

Из ствола каждого модельного дерева заготавливался кряж. Кряж подбирался без видимых пороков и вырезался на расстоянии 1,0-1,3 м от корневой шейки. Все заготовленные кряжи маркировались с указанием номера пробной площади и модельного дерева. На торце каждого кряжа отмечалось направление сторон света. Все заготовленные кряжи вывозились с лесных участков. В дальнейшем из кряжей изготавливались мыльные чистые образцы для физико-механических испытаний.

Исследования показателей макростроения древесины, ее плотности и прочности выполнены на стандартизированной основе с учетом требований ГОСТ 16483.18-85 [16], ГОСТ 16483.1-84 [17], 16483.10-85 [18].

Обработку экспериментального материала выполняли общепринятыми статистическими методами [19, 20].

Оценка качества древесины сосны проведена в средневозрастных посадках сосны кисличного, черничного, брусничного и лишайникового типов леса. Посадка сеянцев была произведена на вырубках в площадки, подготовленные вручную. Агротехнические уходы ранее не проводились. Анализ лесоводственно-таксационных показателей насаждений

свидетельствует о различиях в формировании древостоя в отдельных типах леса (таблица 1).

Таблица 1 – Средние лесоводственно-таксационные показатели культур сосны по типам леса

Тип леса	Состав	Средние		А, лет	Класс бонитета	N, шт./га	P <sub>отн.</sub>	M, м <sup>3</sup> /га
		Д, см	Н, м					
Сосняк кисличный	8С	20,1	21,5	44-48	Ia	830	0,8	270
	2Е	13,0	11,9			370	0,3	50
<b>Итого</b>						<b>1200</b>	<b>1,1</b>	<b>320</b>
Сосняк черничный	9С	21,4	23,4	49	Ia	900	0,8	300
	1Б	17,0	21,8			100	0,1	30
<b>Итого</b>						<b>1000</b>	<b>0,9</b>	<b>330</b>
Сосняк брусничный	10С	11,6	15,0	45	II	1800	0,9	230
	+Б	15,0	15,6			20	0,1	5
<b>Итого</b>						<b>1820</b>	<b>1,0</b>	<b>235</b>
Сосняк лишайниковый	10С	10,4	10,0	45-48	IV-V	<b>1600</b>	<b>0,6</b>	<b>80</b>

Месторасположение культур сосны черничного типа леса характеризуется равнинным рельефом и слабо выраженным микрорельефом (в виде приствольных повышений и валежа). К настоящему времени здесь сформировались высокополнотные сосновые древостои с незначительным участием березы естественного происхождения. Живой напочвенный покров в культурах включает два основных яруса и представлен черникой (более 50%), брусникой, подушками из сфагновых мхов и кукушкина льна. Почвы на участках подзолистого типа, по механическому составу - супесчаные, развивающиеся на аллювиальных отложениях.

В посадках кисличного типа леса также наблюдается преобладание культивируемой породы, однако в составе древостоя присутствует ель естественного происхождения. Рельеф на участках равнинный. В живом напочвенном покрове преобладает кислица, встречаются сныть, земляника, вороний глаз, таволга. Почвы подзолистого типа, по механическому составу – суглинистые, развиваются на покровном карбонатном суглинке.

В составе брусничного фитоценоза преобладает культивируемая сосна, встречается примесь березы естественного происхождения. В живом напочвенном покрове развиваются в основном брусника и черника на фоне сплошного покрова зеленых мхов и лишайников. Почвы представлены подзолами различной мощности, по механическому составу - супесчаными, развивающимися на моренном песке.

В лишайниковом типе леса сформировались чистые сосновые древостои. В подросте встречается незначительное количество неперспективной чахлой ели, подлесок отсутствует. В живом напочвенном

покрове – сплошная подушка из лишайников. Почвы представлены подзолами маломощными, по механическому составу – песчаными, развивающимися на водно-ледниковом отложении.

Результаты исследования макроструктуры древесины сосны представлены в таблице 2 и позволяют заключить следующее.

В посадках сосны зеленомошной группы типов леса формируется древесина с большей шириной годичного слоя в сравнении с сосняками лишайниковыми, что является доказанным на самом высоком уровне доверительной вероятности ( $t_{\text{факт.}} \geq 3,6$  при  $t_{0,001} = 3,5$ ), (таблица 2).

Таблица 2 – Макроструктура древесины сосны в посадках по типам леса

Тип леса	Средняя ширина годичного слоя, мм	Процент поздней древесины
Сосняк кисличный	2,7±0,1	26,0±1,4
Сосняк черничный	2,8±0,2	30,9±2,2
Сосняк брусничный	2,8±0,1	28,9±1,0
Сосняк лишайниковый	2,0±0,1	25,3±0,6

Подобная закономерность отмечается и по содержанию поздних зон в годичных слоях. В наиболее производительных типах леса процентное содержание поздних зон превышает значения для сосняков лишайниковых. Достоверные различия выявлены между средними значениями для сосняка черничного и лишайникового ( $t_{\text{факт.}} = 2,5$  при  $t_{0,05} = 2,0$ ), брусничного и лишайникового ( $t_{\text{факт.}} = 3,0$  при  $t_{0,01} = 2,7$ ). При этом абсолютное доминирование по этому признаку наблюдается в черничном типе леса.

Корреляционно-регрессионный анализ выявил наметившуюся тенденцию снижения содержания поздних зон при увеличении ширины годичного слоя для сосны во всех типах леса. В посадках лишайникового типа леса связь между показателями умеренная ( $\eta = -0,470$ ), для остальных типов леса – значительная ( $\eta =$  от  $-0,671$  до  $-0,542$ ). Предположительно, с учетом выявленной взаимосвязи, дополнительный прирост по радиусу ствола, возникающий в силу благоприятных лесорастительных условий, происходит главным образом за счет образования ранних трахеид, что вызывает изменения в процентном соотношении выделяемых зон годичного слоя.

Результаты исследования плотности древесины по типам леса позволяют судить о некотором преимуществе показателя в черничном типе леса (таблица 3).

Таблица 3 – Плотность и прочность древесины сосны в посадках по типам леса

Тип леса	Плотность при влажности 12%, г/см <sup>3</sup>	Предел прочности при сжатии вдоль волокон, МПа
Сосняк кисличный	0,445±0,069	36,6±1,2
Сосняк черничный	0,483±0,008	38,5±1,1
Сосняк брусничный	0,445±0,007	38,4±1,2
Сосняк лишайниковый	0,444±0,050	34,2±1,0

Однако, результаты статистической обработки данных не позволили выявить существенных различий по плотности между рассматриваемыми типами леса ( $t_{\text{факт.}} = 0,01 - 0,8$  при  $t_{0,05} = 2,0$ ). Исключение составляют посадки в черничном и брусничном типах леса, различия по средней плотности древесины между которыми статистически достоверны ( $t_{\text{факт.}} = 3,8$  при  $t_{0,001} = 3,5$ ).

Для древесины сосны в посадках всех типов леса выявлена положительная прямолинейная зависимость между процентным содержанием поздней зоны и плотностью. Коэффициенты корреляции указывают на значительную тесноту связи между показателями в сосняке черничном и лишайниковом, и на высокую – в кисличном и брусничном типах леса (таблица 4).

Таблица 4 – Связь плотности древесины сосны ( $y$ , г/см<sup>3</sup>) с содержанием поздних зон в годичных слоях ( $x$ , %) в посадках по типам леса

Тип леса	Уравнение регрессии	$r$	$S$
Сосняк кисличный	$y = 0,259 + 0,006x$	0,749	±0,053
Сосняк черничный	$y = 0,266 + 0,007x$	0,671	±0,067
Сосняк брусничный	$y = 0,264 + 0,006x$	0,712	±0,041
Сосняк лишайниковый	$y = 0,260 + 0,008x$	0,615	±0,053

Отмечается тесная отрицательная связь между плотностью древесины и шириной годичного слоя, подчиняющаяся уравнению параболы второго порядка (таблица 5).

Таблица 5 – Связь плотности древесины сосны ( $y$ , г/см<sup>3</sup>) с шириной годичного слоя ( $x$ , мм) в посадках по типам леса

Тип леса	Уравнение регрессии	$\eta$	$S$
Сосняк кисличный	$y = 0,614 - 0,083x + 0,007x^2$	0,822	$\pm 0,038$
Сосняк черничный	$y = 0,596 - 0,070x + 0,007x^2$	0,685	$\pm 0,043$
Сосняк брусничный	$y = 0,602 - 0,075x + 0,006x^2$	0,725	$\pm 0,034$
Сосняк лишайниковый	$y = 0,554 - 0,056x + 0,003x^2$	0,803	$\pm 0,027$

Указанные выше зависимости объясняют некоторое снижение плотности древесины сосны сокращением поздних зон в годичных слоях при увеличении ширины последних.

Продолжая анализировать таблицу 3, необходимо отметить некоторое преимущество древесины сосны по пределу прочности при сжатии вдоль волокон в посадках черничного типа леса в сравнении с другими типами леса. Однако существенность различий по прочности доказана лишь для древесины сосны черничного и лишайникового ( $t_{\text{факт.}} = 2,9$  при  $t_{0,01} = 2,7$ ), брусничного и лишайникового ( $t_{\text{факт.}} = 2,7$  при  $t_{0,05} = 2,0$ ) типов леса, в остальных случаях различия статистически не достоверны ( $t_{\text{факт.}} = 0,1-1,5$  при  $t_{0,05} = 2,0$ ).

Изложенные выше результаты исследований в большинстве случаев позволили выявить некоторую тенденцию к увеличению ширины годичных слоев при несущественном изменении процентного содержания поздних зон, плотности и прочности древесины сосны с улучшением лесорастительных условий. Не смотря на доминирование по ряду показателей качества древесины в сосняке черничном, нельзя выделить этот тип леса по физико-механическим свойствам древесины в силу недостоверности различий между рассматриваемыми вариантами лесных культур.

Полученные результаты исследования могут быть использованы при разработке программ целевого выращивания лесных культур в различных типах леса южной подзоны тайги.

### Библиографический список

1. Корчагов, С.А. Древесиноведение: учебно-методическое пособие / Сост. С.А. Корчагов, Ю.Р. Осипов, Ю.М. Авдеев. Вологда-Молочное: ИЦ ВГМХА, 2012. 108 с.
2. Мелехов И.С. Значение типов леса и лесорастительных условий в изучении строения древесины и ее физико-механических свойств // Труды института леса АН СССР, Т. IV. 1949. С. 11-20.
3. Мелехов, Т.А. О формировании древесины сосны и некоторых древесных



- пород Севера в связи с лесорастительными условиями: Автореф. дисс. канд. наук. Архангельск, 1952. 17 с.
4. Вихров В.Е. Строение и физико-механические свойства древесины дуба. М.: Изд-во АН СССР, 1954. 255 с.
  5. Полубояринов О.И. Квалиметрия древесного сырья в процессе лесовыращивания: Автореф. дисс. докт. с.-х. наук. Ленинград, 1976. 40 с.
  6. Уголев Б.Н. Древесиноведение и лесное товароведение. М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2007. 351 С.
  7. Антонов А.М. Изменчивость макроструктуры древесины сосны в культурах: Автореф. дисс. канд. с.-х. наук. Архангельск, 2007. 18 с.
  8. Коновалов Д.Ю. Качество древесины культур сосны в северной и южной подзонах тайги: Автореф. дисс. канд. с.-х. наук. Архангельск, 2007. 19 с.
  9. ГОСТ 16483.6-80. Древесина. Метод отбора модельных деревьев и кряжей для определения физико-механических свойств древесины насаждений. М.: Изд-во стандартов, 1980. 4 с.
  10. ОСТ 56-69-83. Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки. М.: Изд-во стандартов, 1983. 60 с.
  11. Соколов Н.Н. Методические указания к дипломному проектированию по таксации пробных площадей. Архангельск: АЛТИ, 1978. – 44 с.
  12. Анучин Н.П. Лесная таксация. М.: Лесн. пром-сть, 1982. 552 с.
  13. Василевич В.И. Требования, необходимые для получения достоверных данных в работах по биологической продуктивности // Ботанический журнал, 1969. Т. 54. Вып. 1. С. 111-117.
  14. Сукачев В.Н. Что такое фитоценоз? // [Стенограмма дискуссии в Ботаническом ин-те АН СССР, С. 3-50]. Сов. ботаника. 1934. № 5. С. 4-18.
  15. Полевой справочник таксатора. Сев-Зап. кн. изд-во, 1971. 196 с.
  16. ГОСТ 16483.18-85. Древесина. Метод определения числа годичных слоев в 1 см и содержания поздней древесины в годичном слое. М.: Изд-во стандартов, 1985. 4 с.
  17. ГОСТ 16483.1-84. Древесина. Метод определения плотности. Введ. 01.07.1985. М.: Изд-во стандартов, 1985. 5 с.
  18. ГОСТ 16483.10-85. Древесина. Методы определения предела прочности при сжатии вдоль волокон. Введ. 01.07.1974. М.: Изд-во стандартов, 1985. 6 с.
  19. Дворецкий М.Л. Практическое пособие по вариационной статистике. М.: Лесн. пром-сть, 1971. 102 с.
  20. Гусев И.И. Моделирование экосистем. Архангельск: Изд-во АГТУ, 2002. 112 с.