

В. С. Алексеев

**МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ
КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ**

УДК 37.6
ББК 92
А47

Алексеев В. С.

А47 Материаловедение. Конспект лекций / Алексеев В. С.. — М. :
Т8 Издательские технологии / RUGRAM, 2020. — 160 с. — (По-
лезные конспекты).

Данный конспект лекций предназначен для студентов высших и средних специальных учебных заведений. В него входят сведения о древесине и древесных материалах, описываются их основные свойства. Дается характеристика металлов и сплавов, рассматриваются способы их применения. Приводятся основные сведения о лакокрасочных, смазочных, облицовочных материалах, а также классификация клеев и области их назначения.

BIC JN
BISAC EDU000000

ЛЕКЦИЯ № 1. Строение древесины

1. Виды древесных пород и части дерева

Растущие деревья имеют следующие составные части: корни, ствол, ветви, листья. Корневая система деревьев выполняет функции поставщика влаги и питательных веществ из почвы по стволу и ветвям к листьям. Кроме того, корни удерживают деревья в вертикальном положении. Через ветви влага поступает к листьям, в которых происходит процесс фотосинтеза — превращения лучистой энергии солнца в энергию химических связей органических веществ с поглощением из воздуха углекислого газа и выделением кислорода. Неслучайно лесные массивы называют легкими планеты. Продукты фотосинтеза от листьев передаются по ветвям в остальные части деревьев — ствол и корни. Таким образом, ветви выполняют роль каналов, по которым происходит обмен веществ между листьями и остальными частями дерева.

Хвойные породы деревьев — сосна, кедр, ель, лиственница — имеют узкие листья — хвою, а лиственные породы — широкие листья. Как правило, лиственные породы деревьев произрастают в основном в умеренных и южных широтах, а хвойные — в северных.

В зависимости от породы и климатических условий произрастания деревья имеют различную высоту и диаметр стволов. При этом они подразделяются на три категории. К первой относятся деревья первой величины, которые достигают высоты 20 м и более. Это ель, кедр, лиственница, сосна, береза, осина, липа, дуб, ясень, клен и др.

В тропиках и субтропиках высота отдельных деревьев достигает 100 м и более. Вторая категория включает деревья второй величины, имеющие высоту 10—20 м. Это, в частности, ива, ольха, рябина и др. Третья категория — деревья третьей величины, высота которых равна 7—10 м. Это яблоня, вишня, можжевельник и др.

Диаметр ствола деревьев колеблется в основном от 6 до 100 см и более и зависит от породы, возраста деревьев и климатических условий произрастания. В отдельных случаях диаметр ствола деревьев может превышать 3 м — у дуба, тополя и некоторых других пород.

Древесину получают при разделке стволов деревьев после удаления веток. При этом выход древесины составляет 90 и более процентов объема ствола дерева. На начальной стадии обработки древесины делают поперечный, или торцовый, разрез ствола.

На поперечном разрезе выделяются: кора, покрывающая ствол снаружи и состоящая из наружного слоя — корки и внутреннего слоя — лубяного камбия — тонкого, невидимого для глаза слоя между корой и древесиной (в процессе роста деревьев живые клетки камбия делятся, и за счет этого дерево растет в толщину); заболонь — живая зона древесины; ядро, которое примыкает к сердцевине ствола и представляет собой мертвую, не участвующую в физиологических процессах центральную зону; сердцевина, расположенная в центре и представляющая собой рыхлую ткань диаметром 2—5 мм и более (в зависимости от породы и возраста дерева).

В лесной промышленности России основным объектом заготовки являются стволы деревьев, а ветки и сучья сжигаются или идут на дрова. В Канаде, Швеции и Финляндии в переработку идут все составные части деревьев, поэтому потери древесины там минимальны, а выход бумаги, картона и прочего — максимальный.

2. Макроскопическое строение древесины

При поперечном разрезе ствола дерева можно установить главные макроскопические признаки: **заболонь, ядро, годовичные слои, сердцевинные лучи, сосуды, смоляные ходы и сердцевинные повторения.**

У молодых деревьев всех пород древесина состоит только из заболони. Затем по мере роста живые элементы вокруг сердцевины отмирают, а водопроницающие пути закупориваются, и в них происходит постепенное накопление экстрактивных веществ — смол, таннидов, красящих веществ. У некоторых деревьев — сосны, дуба, яблони и других —

центральная зона ствола приобретает темную окраску. Такие деревья называют **ядровыми**. У других деревьев окраска центральной зоны и заболони ствола одинакова. Они называются **безъядровыми**.

Безъядровые деревья подразделяются на две группы: **спелодревесные** (липа, пихта, бук, ель), у которых влажность в центральной части ствола меньше, чем в периферийной, и **заболонные**, у которых влажность по поперечному сечению ствола одинакова (береза, клен, каштан и др.). Причем масса заболонной древесины уменьшается от вершины к комлю, а также с увеличением возраста дерева.

Возраст деревьев можно определить по числу годовых слоев, которые нарастают по одному в год. Эти слои хорошо видны на поперечном срезе ствола. Они представляют собой концентрические слои вокруг сердцевины. Причем каждое годовое кольцо состоит из внутреннего и наружного слоя. Внутренний слой формируется весной и в начале лета. Он называется **ранней древесиной**. Наружный слой образуется к концу лета. Ранняя древесина имеет меньшую плотность, чем поздняя, и более светлый цвет. Ширина годовых слоев зависит от ряда причин: во-первых, от погодных условий в течение периода вегетации; во-вторых, от условий произрастания дерева; в-третьих, от породы.

На поперечном срезе деревьев можно увидеть сердцевинные лучи, идущие от центра ствола к коре. У лиственных пород они занимают до 15% объема древесины, у хвойных — 5—6%, причем чем больше их количество, тем хуже механические свойства древесины. Ширина сердцевинных лучей колеблется от 0,005 до 1,0 мм в зависимости от породы деревьев. Древесина хвойных пород отличается от древесины лиственных тем, что в ней имеются клетки, вырабатывающие и хранящие смолу. Эти клетки группируются в горизонтальные и вертикальные смоляные ходы. Длина вертикальных ходов колеблется в пределах 10—80 см при диаметре около 0,1 мм, а горизонтальные смоляные ходы тоньше, но их очень много — до 300 штук на 1 см².

Древесина лиственных пород имеет сосуды в виде системы клеток для передачи воды и растворенных в ней минеральных веществ от корней к листьям. Сосуды имеют форму трубок длиной в среднем 10 см и диаметром 0,02—0,5 мм,

причем у деревьев некоторых пород они сосредоточены в ранних зонах годичных слоев. Их называют кольцесосудистыми.

У деревьев других пород сосуды распределены по всем годичным слоям. Эти деревья называют рассеяно-сосудистыми.

3. Микроскопическое строение древесины хвойных и лиственных пород

Древесина хвойных пород имеет определенную микроструктуру, которую можно установить, применяя микроскопы, а также химические и физические методы исследования. Древесина хвойных пород отличается от лиственной сравнительно правильным строением и простотой. В структуру древесины хвойных пород входят так называемые ранние и поздние трахеиды.

Как установлено исследованиями, ранние трахеиды выполняют функцию проводников воды с растворенными в ней минеральными веществами, которая поступает от корней дерева.

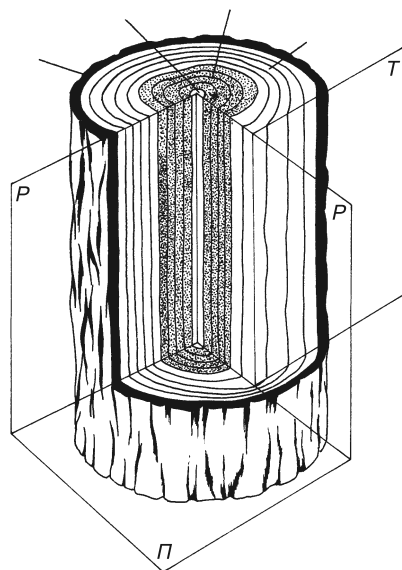
Трахеиды имеют форму сильно вытянутых волокон с кососрезанными концами. Исследования показали, что в растущем дереве только последний годичный слой содержит живые трахеиды, а остальные — мертвые элементы.

В результате исследований выявлено, что сердцевинные лучи образованы паренхимными клетками, по которым поперек ствола перемещаются запасные питательные вещества и их растворы.

Эти же паренхимные клетки участвуют в образовании вертикальных и горизонтальных смоляных ходов. Вертикальные смоляные ходы в древесине хвойных пород, обнаруженные в поздней зоне годичного слоя, образованы тремя слоями живых и мертвых клеток. Горизонтальные смоляные ходы выявлены в сердцевинных лучах.

По результатам исследований профессора ***В. Е. Вихрова***, древесина сосны имеет следующее микроскопическое строение:

- 1) поперечный разрез;
- 2) радиальный разрез;
- 3) тангенциальный разрез.



*Рис. 1. Разрезы ствола дерева:
П — поперечный, Р — радиальный, Т — тангенциальный*

Как установлено исследованиями, микроструктура древесины лиственных пород по сравнению с хвойными имеет более сложное строение.

В древесине лиственных пород сосудистые и волокнистые трахеиды служат проводниками воды с растворенными в ней минеральными веществами. Эту же функцию выполняют и другие сосуды древесины. Механическую функцию выполняют волокна либриформа и волокнистые трахеиды. Эти сосуды имеют форму длинных вертикальных трубок, состоящих из отдельных клеток с широкими полостями и тонкими стенками, причем сосуды в общем объеме лиственной древесины занимают от 12 до 55%. Наибольшую часть объема лиственной древесины составляют волокна либриформа как основная механическая ткань.

Волокна либриформа представляют собой вытянутые клетки с заостренными концами, узкими полостями и мощными стенками, имеющими щелевидные поры. Волокнистые трахеиды, так же как и волокна либриформа, имеют толстые стенки и малые полости. Кроме того, выявлено, что сердцевинные лучи лиственной древесины объединяют основную

часть паренхимных клеток, причем объем этих лучей может достигать 28—32% (этот показатель относится к дубу).

4. Химический состав древесины

Химический состав древесины зависит частично от ее состояния. Древесина свежесрубленных деревьев содержит много воды. Но в абсолютно сухом состоянии древесина состоит из органических веществ, а неорганическая часть составляет всего лишь от 0,2 до 1,7%. При сгорании древесины неорганическая часть остается в виде золы, которая содержит калий, натрий, магний, кальций и в небольших количествах — фосфор и другие элементы.

Органическая часть древесины всех пород имеет примерно одинаковый элементный состав. Абсолютно сухая древесина содержит в среднем 49—50% углерода, 43—44% кислорода, около 6% водорода и 0,1—0,3% азота. Лигнин, целлюлоза, гемицеллюлоза, экстрактивные вещества — смола, камедь, жиры, таннины, пектины и другие — составляют органическую часть древесины. Гемицеллюлоза имеет в своем составе пентозаны и генксозаны. У хвойных пород в органической части больше целлюлозы, а у лиственных — пентозанов. Целлюлоза является главной составляющей клеточных стенок растений, причем она же обеспечивает механическую прочность и эластичность растительных тканей. Как химическое соединение целлюлоза представляет собой полиатомный спирт. При обработке целлюлозы кислотами происходит ее гидролиз с образованием простых и сложных эфиров, которые используют для производства пленок, лаков, пластмасс и др. Кроме того, при гидролизе целлюлозы образуются сахара, из которых получают этиловый спирт путем их сбраживания. Древесная целлюлоза является ценным сырьем для выработки бумаги. Другой компонент органической части древесины — гемицеллюлоза — представляет собой полисахариды высших растений, которые входят в состав клеточной стенки. В процессе переработки целлюлозы получается лигнин — аморфное полимерное вещество желто-коричневого цвета. Наибольшее количество лигнина — до 50% — образуется при переработке древесины хвойных пород, а из древесины лиственных пород выход его составляет 20—30%.

Очень ценные продукты получают при пиролизе древесины — сухой перегонке без доступа воздуха при температуре до 550 °С — древесный уголь, жижку и газообразные продукты. Древесный уголь используют при выплавке цветных металлов, в производстве электродов, медицине, в качестве сорбента для очистки сточных вод, промышленных отходов и для других целей. Из жижки получают такие ценные продукты, как антиокислитель бензина, антисептики — креозот, фенолы для производства пластмасс и пр.

В органической части древесины хвойных пород имеются смолы, которые содержат терпены и смоляные кислоты. Терпены являются основным сырьем для получения скипидара. Живица, выделяемая хвойным деревом, служит в качестве сырья для получения канифоли.

В процессе переработки древесины получают экстрактивные вещества, в том числе дубильные, применяемые для выделки кож — дубления. Основную часть дубильных веществ составляют таниды — производные многоатомных фенолов, которые при обработке кож взаимодействуют с их белковыми веществами и образуют нерастворимые соединения. В результате кожи приобретают эластичность, стойкость к загниванию и не набухают в воде.

ЛЕКЦИЯ № 2. Виды пороков древесины

1. Сучки, трещины

Пороки древесины — это отклонения от нормы в строении ствола, все нарушения физического состояния. К порокам относят: сучки, трещины, пороки формы ствола, строения древесины, химические окраски, грибные поражения, биологические и механические повреждения, пороки обработки и покоробленность.

Самым распространенным пороком являются **сучки** — основания ветвей, которые имеются в древесине ствола. При разделке древесины на ее поверхности выявляются сучки разных форм и видов. По форме разреза на поверхности древесины можно увидеть сучки круглые, овальные и продолговатые, причем по степени срастания с древесиной они еще подразделяются на сросшиеся, частично сросшиеся и несросшиеся, или выпадающие. При разделке древесины на доски сучки могут иметь разное положение — **пластовые, кромочные, ребровые, сшивные** — в случае продольного сечения сучка часть его выходит одновременно на два ребра одной и той же стороны доски и **торцовые** — когда сучок оказывается на торце доски. По взаимному расположению сучков на пиломатериалах они подразделяются на **разбросанные** — одиночные или отстоящие друг от друга на значительном расстоянии, групповые и разветвленные.

По состоянию древесины самого тела сучка они делятся на: светлые здоровые, темные здоровые, здоровые с трещинами, загнившие, гнилые и «табачные», у которых выгнившая древесина полностью или частично заменена рыхлой массой ржаво-бурого или белесого цвета. Наличие сучков в древесине приводит к снижению прочности, затрудняет ее обработку и склеивание, снижает качество (особенно при большом их количестве и диаметре). Значительно снижают качество древесины несросшиеся и загнившие сучки, а в некоторых слу-