

Виктор Сергеевич Алексеев
Материаловедение: конспект лекций

Текст предоставлен правообладателем
http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=129031
Материаловедение: конспект лекций: ЭКСМО; Москва; 2008
ISBN 978-5-699-26919-8

Аннотация

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.

Содержание

ЛЕКЦИЯ № 1. Строение древесины	4
1. Виды древесных пород и части дерева	4
2. Макроскопическое строение древесины	5
3. Микроскопическое строение древесины хвойных и лиственных пород	6
4. Химический состав древесины	8
ЛЕКЦИЯ № 2. Виды пороков древесины	9
1. Сучки, трещины	9
2. Пороки формы ствола	10
3. Пороки строения древесины	11
4. Грибные поражения	15
5. Химические окраски, биологические повреждения и покоробленность	16
6. Инородные включения, механические повреждения и пороки механической обработки	18
ЛЕКЦИЯ № 3. Древесные породы	19
1. Определитель древесных пород	19
2. Основные хвойные породы	21
3. Основные лиственные породы	22
4. Породы ограниченного применения	23
5. Экзотические породы	24
ЛЕКЦИЯ № 4. Свойства древесины	25
1. Цвет, блеск и текстура древесины	25
2. Влажность древесины и свойства, связанные с ее изменением	26
3. Плотность древесины. Тепловые свойства древесины	27
4. Электрические и акустические свойства древесины	29
5. Прочность древесины	31
6. Технологические свойства древесины	33
ЛЕКЦИЯ № 5. Сплавы	35
1. Строение металлов	35
Конец ознакомительного фрагмента.	36

В. С. Алексеев

Материаловедение: конспект лекций

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 влагопроводящие 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: **спело—древесные** (липа, пихта, бук, ель), у которых влажность в центральной части ствола меньше, чем в периферийной, и **забо—лонные**, у которых влажность по поперечному сечению ствола одинакова (береза, клен, каштан и др.). Причем масса забо—лонной 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 годовичных слоев. Их называют кольцесосудистыми.

У деревьев других пород сосуды распределены по всем годовичным слоям. Эти деревья называют рассеяно—сосуди—стыми.

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.

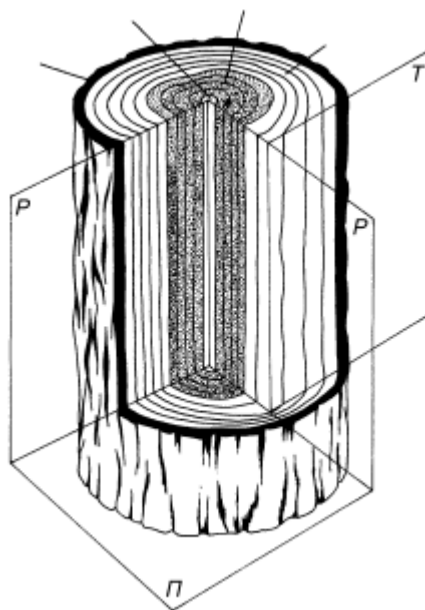


Рис. 1. Разрезы ствола дерева: П – поперечный, Р – радиальный, Т – тангенциальный

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, танины, пектины и другие – составляют органическую часть древесины. Гемицеллюлоза имеет в своем составе пентозаны и гексозаны. 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 танины – 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 случаях они делают древесину непригодной для изготовления изделий (например, досок).

Другим видом порока древесины являются **трещины**, образующиеся при разрыве древесины вдоль волокон. Трещины возникают в растущем и срубленном дереве. К первым относят метиковые, отлупные и морозные, ко вторым – трещины усушки.

Наибольшую протяженность имеют метиковые трещины, которые проходят через сердцевину ствола дерева, причем при высыхании заготовленной древесины размеры их увеличиваются. В круглых заготовках древесины такие трещины обычно возникают на торцах, в пиломатериалах или деталях – на торцах и боковых поверхностях.

При расслоении древесины по годовому слою образуются отлупные трещины, причем обычно на границе резкого перехода межслойной древесины в крупнослойную, и встречаются у деревьев всех пород. Во время сушки древесины происходит увеличение отлупной трещины.

При сушке древесины под воздействием внутренних напряжений возникают **трещины усушки**. Этот вид трещин от других (метиковых и морозобойных) отличается меньшей протяженностью и глубиной.

В досках трещины могут выходить на пласть, кромку или торец. Соответственно они называются пластовыми, кромочными и торцовыми. Трещины, особенно сквозные, нарушают целостность древесного материала и снижают его механическую прочность.

2. Пороки формы ствола

Переработку древесины всех пород очень часто осложняют встречающиеся пороки формы ствола: **сбежистость, овальность, наросты, кривизна и закомелистость**.

Сбежистость выражается в уменьшении диаметра бревна или ширины необрезной доски, превышающих нормальный сбег, который равен 1 см на 1 м длины сортимента. Как правило, она больше у лиственных пород, особенно у деревьев, выросших на просторе, а по длине ствола – в вершинной части. Этот вид порока формы ствола увеличивает количество отходов при распиловке и лущении круглых лесоматериалов и обуславливает появление в шпоне радиального наклона волокон. **Овальность** ствола представляет собой эллипсовидную форму поперечного сечения торца, у которого больший диаметр в 1,5 и более раза превышает меньший.

Осложняют переработку древесины наросты в виде местного утолщения ствола различных форм и размеров. **Наросты** образуются в результате разрастания тканей под воздействием различных раздражителей – грибов, низких или высоких температур и т. д., а также при пожарах, механических повреждениях и по другим причинам.

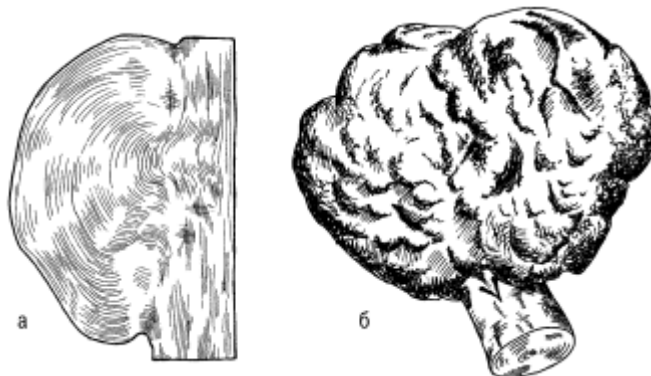


Рис. 2. Наросты: а) гладкий, б) бугристый

Гладкие наросты (рис. 2а) часто возникают на стволах сосны и березы. Годичные слои в местах наростов обычно шире, чем в стволе. Бугристые наросты, или капы (рис. 2б), образуются в основном на стволах березы, ореха, а также клена, ольхи черной, ясеня, бука, тополя и др. Древесина в зоне капов имеет неправильное строение со свилевато—волнистым направлением волокон и с темноокрашенными включениями в виде небольших пятен, черточек и точек. В разрезах капы имеют красивую текстуру, поэтому они применяются как материал для художественных поделок и изготовления строганного шпона.

Такой порок ствола, как его **кривизна**, также затрудняет использование круглых лесоматериалов и увеличивает количество отходов при распиловке. Кривизна ствола – это отклонение продольной оси от прямой линии, причем она может быть с одним изгибом и сложной – с двумя и более изгибами.

Часто встречается такой вид порока ствола, как **закомелистость**, который выражается в резком увеличении диаметра комлевой части круглых лесоматериалов, т. е. когда диаметр комлевого торца в 1,2 раза больше, чем диаметр на расстоянии метра от этого торца. При распиловке и лущении древесины наличие такого порока приводит к увеличению количества отходов и, кроме того, обуславливает появление в шпоне радиального наклона волокон. Закомелистость также затрудняет использование круглых лесоматериалов по назначению и осложняет переработку древесины.

3. Пороки строения древесины

При переработке древесины часто встречаются пороки строения древесины, связанные с неправильным строением ствола. Различают следующие виды **пороков строения древесины**:

1) **косослой**, или наклон волокон, представляющий собой отклонение волокон от продольной оси ствола;

2) **крень** – сплошная или местная в виде резкого утолщения древесины поздних годовых слоев;

3) **свилеватость** – резко волнистое или путаное расположение древесных волокон (заготовки древесины с таким пороком используются при изготовлении художественных изделий, мебели, топорищ и различных поделок);

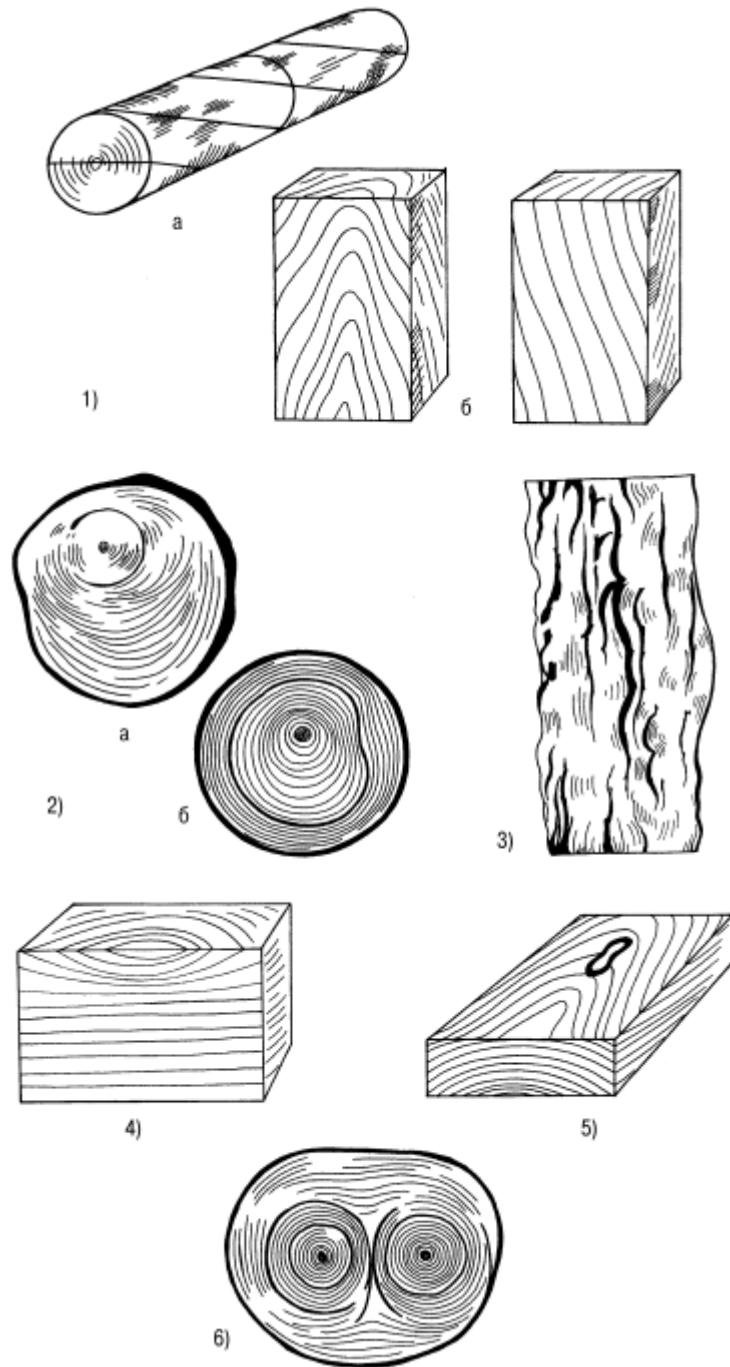
4) **завиток** – местное искривление годовых слоев около сучков или проростей (древесина с таким пороком используется в мебельном производстве и художественных промыслах);

5) **кармашки смоляные**. Встречаются в древесине хвойных пород, особенно у ели, представляют собой полости между годовыми слоями, заполненные смолой;

6) **засмолок** – участок древесины хвойных пород, обильно пропитанный смолой;

7) **двойная сердцевина** – две сердцевины в одном поперечном сечении бревна, которые образуются в месте раздвоения ствола;

8) **пасынок** – отставшая в росте и отмершая вторая вершина, которая обычно располагается под острым углом;



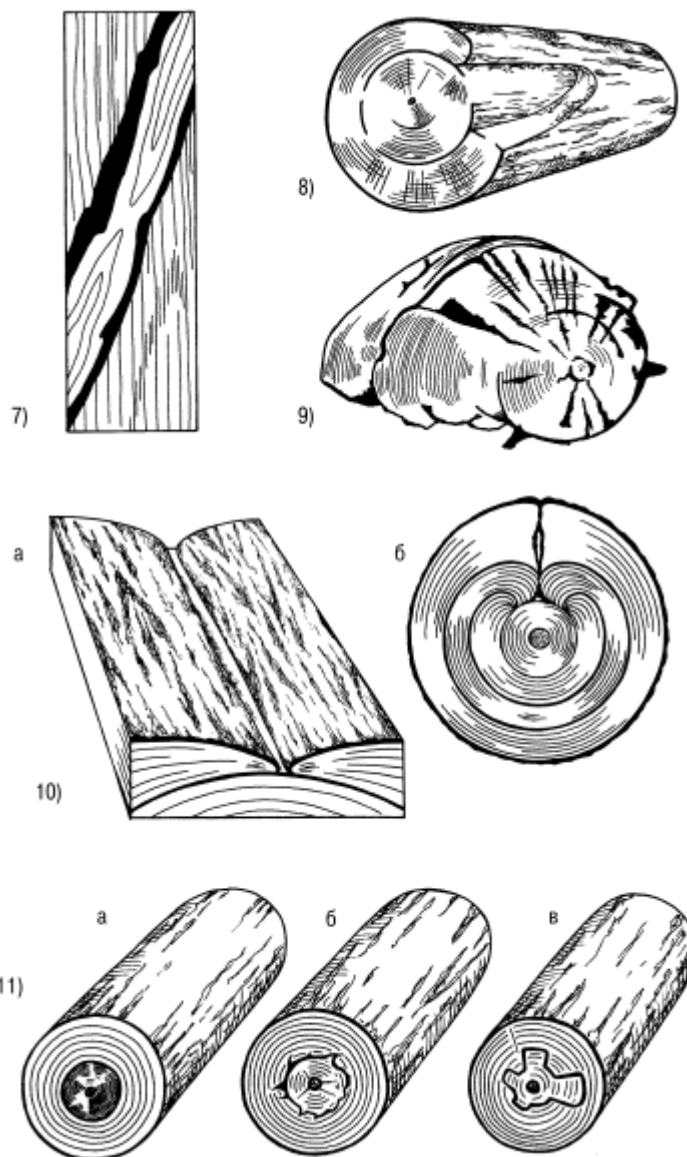


Рис. 3. Пороки строения древесины: 1 – разновидности наклона волокон: а – тангенциальный наклон в круглых лесоматериалах; б – местная; 2 – крень: а – сплошная; б – местная; 3 – волокнистая свилеватость у березы; 4 – завиток односторонний; 5 – кармашек; б – двойная сердцевина в стволе сосны; 7 – пасынок; 8 – сухобокость; 9 – рак сосны; 10 – прорость: а – открытая; б – закрытая; 11 – ложное ядро: а – округлое; б – звездчатое; в – лопастное

9) **сухобокость**. Возникает в результате повреждения коры растущего дерева в виде омертвевшего участка ствола;

10) **прорость**. Представляет собой заросшую рану, как правило, заполненную остатками коры и омертвевшими тканями;

11) **рак**, который является раной дерева и возникает на поверхности ствола в результате деятельности паразитных грибов и бактерий, при этом изменяются строение древесины и форма ствола;

12) **ложное ядро**, которое напоминает настоящее ядро, но отличается более неоднородным строением и менее правильной формой, выделяется как темная, неравномерно окрашенная зона в центральной части ствола, отделяется от заболони темной, а иногда светлой полосой, появляется от воздействия грибов, сильных морозов, как реакция на раны и по дру-

гим причинам, при этом древесина ложного ядра более хрупкая и менее прочная, а внешний вид, как правило, хуже;

13) **внутренняя заболонь** – наличие нескольких годовых слоев в ядровой древесине, которые по цвету и свойствам похожи на заболонь, причем она имеет пониженную стойкость к загниванию и повышенную проницаемость для жидкостей;

14) **водослой** – порок древесины в виде участков, имеющих повышенную влажность в результате действия бактерий, грибов, проникновения дождевой воды через раны или от перенасыщенности почвы влагой.

4. Грибные поражения

При разделке древесины в ряде случаев обнаруживаются **грибные ядровые пятна** – ненормально окрашенные участки ядра, которые образуются в растущих деревьях под воздействием деревоокрашивающих или дереворазрушающих грибов. В срубленной древесине дальнейшее развитие этого порока прекращается. Грибные ядровые пятна наблюдаются на торцах в виде пятен различных величины и формы бурого, красновато–серого или серо–фиолетового цветов. Этот порок вызывает: уменьшение ударной вязкости, увеличение водо–поглощения и водопроницаемости, ухудшение биостойкости и внешнего вида древесины; по прочности при статической нагрузке почти не изменяется, а структура пораженной древесины сохраняется.

При хранении древесины на сырой заболони часто появляются плесени – грибница и плодоношение плесневых грибов на поверхности древесины в виде отдельных пятен или сплошного налета, при этом происходит окрашивание древесины в различные цвета. Плесень на механические свойства не влияет, но ухудшает внешний вид древесины, после высыхания она легко удаляется, оставляя грязноватые и цветные пятна.

В срубленной древесине нередко образуются **заболонные грибные окраски** – ненормально окрашенные участки заболони под воздействием дереворазрушающих грибов, не вызывающих образования гнили. Заболонные грибные окраски не влияют на механические свойства древесины, но ухудшают ее внешний вид, повышают водонепроницаемость. По цвету различают синеву – в виде серой окраски заболони с синеватыми или зеленоватыми оттенками и цветные заболонные пятна – в виде оранжевой, желтой, розовой и коричневой окраски заболони. Грибы, которые окрашивают заболонь, могут разрушать клей и лакокрасочные покрытия.

В срубленной древесине при хранении в теплое время года в результате развития биохимических процессов с участием грибов или без них возникает такой порок, как **побурение**. Побурение древесины проявляется в виде ненормально окрашенных участков листовенных пород бурого цвета различных оттенков. Побурение наблюдается на торцах в виде пятен различной величины и формы, а на боковых поверхностях – в виде вытянутых пятен, полос или сплошного поражения заболони, при этом ухудшается внешний вид древесины и незначительно снижаются прочность и твердость. Чтобы предотвратить побурение древесины, производят пропаривание пиломатериалов.

Большой вред древесине наносят **гнили**, образующиеся под воздействием грибов. Гнили различают по цвету и структуре поражения – пестрая ситовая, белая волокнистая; а также по типам – заболонная, ядровая и наружная трухлявая.

Пораженная гнилью древесина является источником грибной инфекции для различных деревянных сооружений. Гниль

развивается постепенно и имеет три стадии: на первой изменяется только цвет древесины; на второй древесина частично изменяет структуру и твердость под воздействием гнили; на третьей древесина полностью теряет прочность и твердость. В зависимости от стадии развития гнили и размеров поражения качество древесины может значительно снизиться.

5. Химические окраски, биологические повреждения и покоробленность

В процессе переработки древесины нередко встречается такое явление, как химическая окраска древесины, – ненормально окрашенные участки в срубленной древесине, возникающие в результате химических и биохимических процессов.

В большинстве случаев она связана с окислением дубильных веществ. Обычно такие участки расположены в поверхностных слоях древесины – на глубине 1–5 мм.

Как показывает практика обработки древесины, химические окраски изменяют только ее цвет и блеск, а остальные свойства древесины остаются без изменения. При интенсивной природной окраске внешний вид древесины ухудшается, но при ее высыхании химическая окраска постепенно выцветает.

При нарушении технологии хранения свежесрубленных лесоматериалов древесина подвергается **биологическим повреждениям** в виде червоточин – ходов и отверстий, сделанных в древесине насекомыми и их личинками (жуками, бабочками, термитами и др.). Оптимальные условия для жизни этих насекомых – температура +18–20 °С и относительная влажность воздуха 60–80 %. Червоточины бывают различными по глубине проникновения: поверхностные (глубиной не более 3 мм), неглубокие (не более 5 мм в круглых лесоматериалах и не более 5 мм в пиломатериалах) и глубокие. При этом они могут быть несквозными и сквозными, т. е. выходящими на две противоположные стороны доски.

Поверхностная червоточина не влияет на механические свойства древесины, а неглубокая и глубокая нарушают целостность древесины и снижают механические свойства.

При длительном хранении с нарушением технологии в древесине может образоваться так называемая трухлявая червоточина, которая вызывается домовыми вредителями, способными развиваться и сухой древесине, – мебельными и домовыми точильщиками, домовым усачом, термитами. В этом случае число глубоких ходов велико, и древесина внутри них превращается в трухлявую массу с большим содержанием буровой муки.

При сушке или увлажнении, а также при механической обработке в результате анизотропии усушки – разбухания и внутренних напряжений в древесине – часто наблюдается такое явление, как **покоробленность** в виде изменения формы сортифта. Покоробленность пиломатериалов бывает разных видов: продольная по пласти, сложная, продольная по кромке, поперечная, а также наподобие крыла (крылова—тость) (рис. 4). Характер покоробленности зависит от выпиловки его из бревна. Покоробленность снижает качество пиломатериалов и изделий из древесины, осложняет обработку и раскрой, увеличивает количество отходов и в целом затрудняет использование древесины.

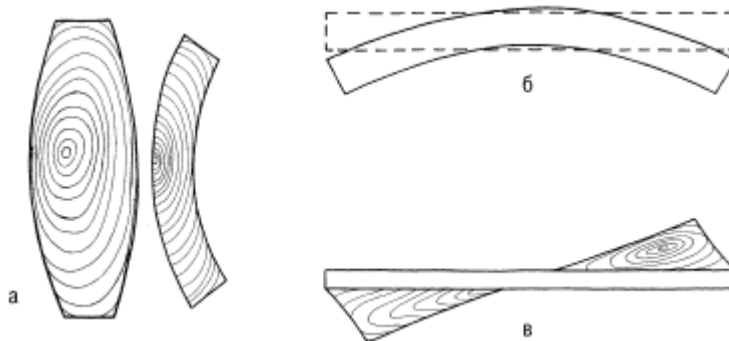


Рис. 4. Виды покоробленности: а – поперечная по пласти; б – продольная по пласти; в – крыловатость

Явление покоробленности чаще всего наблюдается у пиломатериалов, полученных при обработке березы.

6. Инородные включения, механические повреждения и пороки механической обработки

В ряде случаев в процессе обработки древесины обнаруживаются инородные включения в виде постороннего тела недревесного происхождения – **гвоздь, проволока, металлический осколок или камень**. Внешним признаком такого порока могут быть местное вздутие и складки коры в древесине, вмятина, отверстие. Такие включения затрудняют механическую обработку древесины и нередко бывают причиной повреждения режущих инструментов – фрез, дисковых пил резцов и т. д.

Механические повреждения и пороки механической обработки могут иметь различный характер и различное происхождение.

Иногда попадает обугленная древесина. Обугленность древесины является результатом повреждения ее огнем, при этом изменяется ее форма, что затрудняет использование и вызывает потерю древесины.

Карра – это повреждение ствола при подсочке, которое вызывает засмоление древесины.

Обзол представляет собой часть боковой поверхности бревна, которая сохранилась на обрезной доске или детали, что приводит к уменьшению фактической ширины доски и затрудняет ее использование.

При обработке древесины режущим инструментом образуются **риски** на ее поверхности, **волнистость** – неплоский пропилен или неровности в виде дугообразных возвышений и впадин в результате цилиндрического фрезерования древесины.

Некачественная обработка древесины приводит к появлению ворсистости поверхности в виде наличия не полностью отделенных волокон и мшистости – наличия пучков не полностью отделенных волокон и мелких частиц древесины. **Заруб** – местное повреждение поверхности древесины топором. **Запил** – местное повреждение поверхности древесины режущим инструментом (пилой). При заготовке и обработке лесоматериалов возникают **отщепы** – отходящие от торца круглого лесоматериала боковые трещины. При аналогичных работах нередко получают **вырывы** – углубления с неровными поверхностями в результате местного удаления древесины при воздействии инструментов или механизмов. При обработке древесины режущим инструментом против волокон часто наблюдаются различные механические захваты, которые оставляют **вмятины** – углубления на поверхности, образованные в результате местного смятия древесины, а также **царапины** – повреждения поверхности в виде узкого длинного углубления.

В результате выщербины режущей кромки инструмента образуются **гребешки** – участки необработанной поверхности в виде узкой полосы, выступающей над обработанной поверхностью.

При шлифовании поверхности древесины иногда получается такой дефект, как **прошлифовка** – удаление части древесины ниже уровня обрабатываемой поверхности.

При повышенном трении режущих инструментов в процессе обработки древесины нередко случается такой дефект, как **ожог** древесины в виде потемневшего участка обрабатываемой поверхности.

Вышеперечисленные дефекты древесины снижают качество обработки, влияют на склеивание, отделку и облицовывание материала или целого изделия, в ряде случаев ухудшают внешний вид и нарушают целостность древесины, ухудшают механическую прочность и затрудняют использование.

ЛЕКЦИЯ № 3. Древесные породы

1. Определитель древесных пород

На основании «Справочника по древесине» *А. М. Боровикова* и *Б. Н. Уголева* составлен определитель пород.

1. Группы древесных пород:

1) годовичные слои хорошо заметны на всех разрезах древесины. Сердцевинные лучи не видны. Сосудов нет. Древесина некоторых пород имеет смоляные ходы (хвойные породы);

2) хорошо заметны годовичные слои из—за разницы в строении ранней и поздней древесины. В ранней зоне годовичных слоев крупные сосуды образуют сплошное кольцо отверстий, хорошо видимое простым глазом. Поздняя зона годовичных слоев – плотного строения, имеют только мелкие сосуды. Мелкие сосуды и паренхимные клетки образуют рисунок в виде радиальных полосок, волнистых линий, идущих вдоль границы годовичных слоев, отдельных черточек или точек. У большинства пород видны сердцевинные лучи;

3) у большинства пород годовичные слои видны плохо. Сосуды на поперечном разрезе совсем не видны простым глазом или если видны, то не образуют сплошного кольца, а равномерно разбросаны по всему годовичному слою. Поздняя зона годовичного слоя не имеет рисунка. У некоторых пород видны сердцевинные лучи – рассеянно—сосудистые лиственные породы;

2. Древесные породы:

1) хвойные породы:

а) смоляные ходы довольно крупные и многочисленные. Годовичные слои хорошо видны на всех разрезах. Ядро имеет цвет от розового до буровато—красного. Заболонь широкая, имеет окраску от желтоватого до бледно—розового цвета (сосна обыкновенная). Далее аналогично по остальным хвойным породам;

2) кольцесосудистые лиственные породы:

а) сердцевинные лучи широкие и хорошо видны на всех разрезах. Древесина ядра имеет окраску темно—бурую или желтовато—коричневую. Заболонь узкая, окраска – светло—желтая. На всех разрезах хорошо заметны годовичные слои. На поперечном разрезе в поздней древесине видны светлые радиальные пламевидные полоски из мелких сосудов. Древесина твердая. Далее аналогично по другим породам;

3) рассеяно—сосудистые лиственные породы:

а) годовичные слои плохо заметны на всех разрезах. Древесина белого цвета с желтоватым или розоватым оттенком. На радиальном разрезе видны сердцевинные лучи в виде узких коротких блестящих темных пятнышек. Часто встречаются сердцевинные повторения, имеющие вид точек или черточек красновато—бурого цвета. Древесина довольно твердая и тяжелая (береза);

б) древесина белая с легким розовым оттенком. Годовичные слои слабо заметны. Древесина легкая, мягкая (липа мелколистная);

в) высота сердцевинных лучей на радиальном разрезе около 0,5 мм. Годовичные слои видны нечетко на всех разрезах, но лучше всего – на поперечном. Сердцевинные лучи на радиальном разрезе создают характерную рябоватость и сильный блеск. Древесина белая с желтоватым или розоватым оттенком, твердая, тяжелая (клен остролистный);

г) ядра нет. Древесина белая со слабым зеленоватым оттенком. Иногда встречается порок – ложное ядро буроватого цвета. Годовичные слои заметны на всех разрезах. Встречаются сердцевинные повторения в виде желтых полосок. Древесина легкая и мягкая (осина).

Используя определитель древесных пород, можно установить вид древесины.

2. Основные хвойные породы

К хвойным породам относятся ель, сосна, лиственница, пихта, кедр, тис, а также можжевельник, но он растет в виде кустарников.

Ель – безъядровая порода, древесина ее белая со слабым желтоватым или розовым оттенком. Имеет смоляные ходы, но малосмолистая. По прочности, плотности и стойкости к гниению немного уступает сосне. Годичные слои хорошо заметны. Наиболее распространенными являются два вида ели – обыкновенная и сибирская. Первая произрастает в европейской части России, вторая – от Урала до Приморья. Ель является основным сырьем для производства целлюлозы. Однородность строения и способность резонировать делают ее незаменимой при производстве музыкальных инструментов. Из коры ели получают дубильные вещества для кожевенной промышленности.

Сосна – ядровая порода со смоляными ходами. Имеет слегка розовое ядро, которое со временем становится буровато—красным, и широкую заболонь желто—белого цвета. Годовые слои хорошо видны на всех срезах с резким переходом от ранних, светлых к поздним, темным. Сосна имеет среднюю плотность, достаточно высокую прочность и стойкость к гниению, хорошо обрабатывается. Древесина сосны используется в строительстве, производстве строительных деталей и мебели, а также для изготовления различных деталей, используемых на железнодорожном транспорте (в пассажирских и грузовых вагонах), для крепления в горных выработках и т. д. Кроме того, сосна используется также как сырье для получения целлюлозы, древесно—стружечных и древесно—волокнистых плит, кормовых дрожжей; из нее добывают живицу, а из хвои получают биологически активные вещества.

Лиственница в России составляет более половины хвойных лесов, что обусловило ее широкое применение в строительстве, производстве мебели, целлюлозно—бумажном и гидролизном производствах и т. д. Лиственница имеет крепкую и упругую древесину, сильно пропитанную смолой. Ядро ее красновато—бурого цвета, а заболонь – белая или слегка желтоватая. Годичные слои хорошо видны, с четкой границей между ранней и поздней древесиной. Лиственница малосучковата, обладает высокой плотностью и прочностью, стойка против гниения. В Сибири строят частные дома с применением бревен из лиственницы (делают срубы), которые стоят много лет.

Пихта – самая легкая и мягкая из хвойных древесных пород. В основном произрастает на северо—востоке европейской части России и от Урала до Дальнего Востока, а также на Кавказе. Во многом похожа на ель, но не имеет смоляных ходов.

Кедр занимает большие площади в России, особенно в Сибири. Доживает до 800 лет и достигает 30 м в высоту при диаметре ствола до 2 м. Древесина кедра легкая, мягкая, красивая по текстуре и цвету; имеет буровато—розовое ядро и бело—розовую заболонь; легко обрабатывается, стойкая против гниения; широко используется в строительстве. Кедровые орехи – основной источник получения кедрового масла, скипидара, лечебных бальзамов.

Можжевельник растет в виде кустарников, плотная ядровая порода коричневого цвета с узкой заболонью. Из—за малых размеров используется в небольших количествах для изготовления мелких токарных и резных изделий.

3. Основные лиственные породы

Береза имеет большее распространение в лесах России по сравнению с другими видами. **Береза** – рассеяно—сосудистая безъядровая порода древесины с желтоватым оттенком. Годичные слои видны плохо. Сердцевинные лучи видны лишь на строго радиальных разрезах (расколах). Береза имеет сравнительно высокие прочностные показатели, но малую стойкость к гниению; при сушке сильно коробится.

Дуб – очень ценная сосудистая порода с темно—бурым и желтовато—коричневым ядром и узкой желтовато—белой заболонью. На поперечном разрезе в ранней зоне годичного слоя видны крупные сосуды, а в темной поздней зоне – светлые радиальные пламевидные сердцевинные лучи. Древесина дуба плотная, прочная, стойкая к гниению, имеет красивую текстуру; хорошо гнется и поддается механической обработке. В связи с дефицитом этой древесины применяется в виде строганого шпона, а также в виде массивных деталей. Кроме мебели, из дуба изготавливают паркет, бочки для вина и пива, детали оборудования в машиностроении и др. В мебельном производстве высоко ценится мореный дуб, имеющий темно—серый, почти черный цвет. Из коры и древесины дуба получают дубильно—экстрактивные вещества, используемые для выделки кож, меха и др.

Ясень – кольцесосудистая ядровая порода с желтоватой или розовой заболонью и светло—бурым ядром. Годичные слои хорошо видны, сердцевинные лучи не заметны. По цвету и строению напоминает дуб, но несколько светлее; используется в хозяйстве страны. Отличается в основном высокой ударной вязкостью, хорошо гнется, не дает отщепов, поэтому применяется в производстве спортивного инвентаря: теннисных ракеток, хоккейных клюшек.

Клен – рассеяно—сосудистая безъядровая порода. Имеет белую с красноватым или буrowатым оттенком древесину. На всех разрезах хорошо видны годичные слои, а на радиальном – и сердцевинные лучи, которые создают характерную рябоватость. Клен используется в мебельном производстве и для изготовления корпусов музыкальных инструментов, но имеет ограниченное применение из—за малых запасов в лесных массивах России.

Липа – рассеяно—сосудистая порода, безъядровая. Древесина белая с легким розовым оттенком, годичные слои слабо заметны, имеет однородное строение, мягкая, мало трескается при сушке и обработке, почти не коробится, поэтому служит хорошим материалом для резных работ.

Орех – очень ценная порода, рассеяно—сосудистая с древесиной коричнево—серой неравномерной окраски, годичные слои на разрезах заметны слабо, но видны крупные сосуды. Благодаря таким качествам древесина ореха используется для получения строганого шпона и изготовления высокохудожественной мебели, различных деталей с целью создания оригинальных интерьеров.

Тополь – рассеяно—сосудистая ядровая быстрорастущая порода с широкой заболонью белого цвета. Годичные слои широкие, но малозаметные. Древесина мягкая, нестойкая к гниению, применяется в производстве целлюлозы и различных изделий для бытовых нужд. Запасы тополя в лесах России небольшие, поэтому его применение ограничено.

4. Породы ограниченного применения

С давних пор в степной зоне России, в сельской местности для изготовления простой мебели (стулья, табуреты, детские кровати), а также различных поделок (скалки, толкушки, пахталки и т. д.) использовались такие древесные породы, как вишня, груша, яблоня, акация, лещина, рябина и др. С развитием рыночной экономики в России активизировались различные художественные промыслы, в которых народные мастера—умельцы при изготовлении сувениров, игрушек, бытовой утвари и детской мебели (кроватьки, стульчики и др.) часто применяют вышеуказанные древесные породы.

Из древесины **вишни**, которая обладает высокой прочностью в сочетании с оригинальной полосатостью и желто—коричневым цветом, изготавливали мебель с имитацией под ценные породы (красное дерево) и паркетные дощечки. В настоящее время она используется в основном для изготовления различных сувениров и бытовых поделок. Вишня относится к ядровой породе, причем это дерево растет быстро и может иметь высоту до 6 м (сорт владимировка—растунья), а диаметр ствола достигает 20–30 см.

Древесина **груши** также имеет ряд ценных свойств – прочность, красивую цветовую гамму от розовато—желтого до буровато—красного, причем сердцевинные лучи и годичные слои еле заметны. Груша является безъядровой породой, легко поддается обработке, с давних пор используется народными мастерами для изготовления мебели, а также корпусов музыкальных инструментов, для бытовых поделок и сувениров.

В сельской местности русские кустики издавна использовали для изготовления деревянных обручей, коробов, полок древесину лещины (орешника), которая по физико—механическим свойствам близка к древесине березы и также имеет белый цвет со слабым блеском.

Лещина (орешник) относится к безъядровой породе рода кустарниковых.

Очень много ценных свойств имеет древесина **рябины** – высокую прочность, огнестойкость, сопротивляемость ударам. Еще одно достоинство – она состоит из широкой заболони с красивым красно—белым цветом и выделяющимися годичными слоями. Мастерские люди с давних пор из этой древесины делают рукоятки для молотков, топоры, киянки, нехитрую мебель (табуреты, стулья, полки, лавки), резные изделия (балясины, веретена) и др. Рябина является ядровой породой.

Древесину **яблони** народные умельцы России с давних пор использовали для изготовления различной домашней утвари, для отделочных работ внутри помещений, а также делали шкатулки, сувениры, корпуса для музыкальных инструментов и др. Эта древесина имеет оригинальную цветовую гамму от желто—розового до красновато—бурого цвета, причем годовые слои и сердцевинные лучи почти незаметны. Яблоня относится к ядровой рассеяно—сосудистой породе.

5. Экзотические породы

Древесные породы, произрастающие в странах тропического или субтропического климата, относятся к экзотическим породам ограниченного применения. Еще в XVIII в. начали завозить в Россию, в Петербург заготовки этих пород для изготовления мебели, предназначенной для оборудования царских дворцов, а затем и домов придворной знати. Наиболее широко для этих целей применялась древесина красного дерева. Постепенно во многих больших городах России богатые люди часто заказывали для своих домов мебель из красного дерева, которую делали первоклассные мастера—краснодеревщики.

Из указанной древесины наиболее известна порода такого красного дерева, как махагони, произрастающего в Африке, Австралии, а также в Центральной и Южной Америке. Древесина этой породы красного дерева имеет очень красивое сочетание цветов – от белого (узкой заболони) до красно—коричневого или буровато—красного (ядра).

В небольших количествах в России использовалась древесина **черного дерева**. Под этим названием завозились из—за границы заготовки из разных пород, имевших древесину черного цвета. Чаще всего завозилась древесина эбенового дерева (черного), которая является ядровой, имеет узкую белую заболонь и ядро глянцевое—черного цвета, причем во всех видах разрезов годовичные слои и сердцевинные лучи незаметны. Древесина черного дерева используется для изготовления художественно—декоративных изделий, клавишей пианино, для инкрустации при отделке интерьеров, а также из нее делают деревянные духовые инструменты. Эбеновое дерево (черное) произрастает в Индии, Африке и на Цейлоне (в Шри—Ланке). Плотность древесины эбенового дерева в сухом виде составляет 1000 кг/м^3 , т. е. больше плотности воды.

Палисандр. В международной торговле это название объединяет разные породы деревьев со сходной по цвету и строению древесиной, произрастающих в тропиках. Древесина таких деревьев – ядровая рассеяно—сосудистая, ее заболонь узкая, светло—желтая, с сероватым оттенком, само ядро имеет пурпурно—коричневый или шоколадный цвет с фиолетовым оттенком; она очень тяжелая, мало усыхает, трудно раскалывается, но хорошо шлифуется. Древесина палисандра применяется для изготовления музыкальных инструментов, резных, токарных и других изделий.

Секвойя – самое крупное на земном шаре дерево, отличается большой долговечностью; произрастает в тропиках, относится к хвойной породе; по физико—механическим свойствам близка к древесине ели, хорошо обрабатывается; применяется в строительстве, а также для изготовления мебели, карандашей.

Эвкалипт. В природе насчитывается более 500 видов, в основном произрастает в Австралии и Океании. В России эвкалипт растет на Черноморском побережье Кавказа в небольших количествах. Эвкалипт – быстрорастущее дерево, достигает очень больших размеров – более 100 м в высоту. Ядровая рассеяно—сосудистая лиственная порода, ядро бурого цвета с различными оттенками, а заболонь светлая. Древесина этого дерева плотная, обладает высокой прочностью и биостойкостью, применяется в строительстве, вагоностроении и др.

ЛЕКЦИЯ № 4. Свойства древесины

1. Цвет, блеск и текстура древесины

Цвет древесины зависит от климатических условий произрастания дерева. В умеренном климате древесина почти всех пород окрашена бледно, а в тропическом имеет яркую окраску. Влияние климатического фактора сказывается и в пределах одного пояса, например породы, произрастающие в более теплых зонах – дуб, орех, тис и другие, имеют интенсивную окраску, а произрастающие севернее – ель, сосна, осина, береза и другие, окрашены бледно. Интенсивность окраски зависит также от возраста деревьев – с увеличением возраста интенсивность усиливается. Изменение цвета древесины происходит под влиянием воздуха и света, а также от воздействия грибных поражений; при выдержке древесины в воде или в специальных растворах; при пропаривании и высокотемпературной сушке.

Цвет древесины является важной характеристикой и учитывается при выборе пород для изготовления мебели, отделки интерьеров, при производстве художественных поделок, музыкальных инструментов и т. д.

Блеск – это способность древесины направленно отражать световой поток. Наибольший блеск имеют гладкие зеркальные поверхности, так как они дают направленное отражение. Как правило, блеск древесины оценивается по белизне: чем больше белизна древесины, тем выше показатель блеска. Блики и отсветы дают еще и сердцевинные лучи на радиальных разрезах.

Текстура – это естественный рисунок на тангенциальных и радиальных разрезах древесины, образованный годичными слоями и анатомическими элементами. Чем сложнее строение древесины, тем богаче ее текстура. У древесины хвойных пород строение простое и текстура однообразная, она определяется в основном шириной годичных колец и разницей

окраски ранней и поздней древесины. Древесина лиственных пород имеет сложное строение и более богатую текстуру. Характер текстуры во многом зависит от направления разреза. Многие породы, такие как орех, ясень, вяз, дуб и другие, имеют красивую и интересную текстуру на тангенциальном разрезе. Древесина на радиальном разрезе также имеет красивую, оригинальную текстуру.

Древесина капов, образующихся на стволах деревьев лиственных пород, имеет высокие декоративные свойства. Весьма оригинальна текстура древесины клена типа «птичий глаз», которую создают не развившиеся в побег «спящие» почки. Своеобразная и красивая текстура создается и искусственным путем при неравномерном прессовании древесины и последующем ее строгании, или при лущении волнистым ножом, или под углом к направлению волокон. При прозрачной отделке древесины ее текстура проявляется сильнее. Текстура является важнейшим показателем, который определяет декоративную ценность древесины.

Виды текстуры древесины:

- 1) без выраженного рисунка – липа, груша;
- 2) мелкокрапчатый рисунок – дуб, бук, чинара;
- 3) муаровый рисунок – серый клен, волнистая береза, красное дерево;
- 4) рисунок «птичий глаз» – ясень, клен, береза карельская, тополь украинский;
- 5) раковинный рисунок – орех кавказский, ясень, карагач – комлевая часть;
- 6) сучковатый рисунок – ель, сосна.

2. Влажность древесины и свойства, связанные с ее изменением

В свежесрубленной древесине, как правило, содержится большое количество воды и в дальнейшем в зависимости от условий хранения оно может увеличиваться или уменьшаться, или оставаться на прежнем уровне. Но в большинстве случаев необходимо принять меры по удалению воды, т. е. произвести сушку древесины. Показателем содержания воды в древесине является влажность, которая подразделяется на абсолютную и относительную. На практике пользуются в основном абсо-

лютным значением влажности, которую определяют по формуле:

$$W_{\text{абс.}} = [(m - m_0) / m_0] \times 100 \%,$$

где m – масса образца влажной древесины, г;

m_0 – масса того же абсолютно сухого образца, г. Показатель относительной влажности применяется редко, в основном как показатель влажности дров. Ее определяют по формуле:

$$W_{\text{отн.}} = (m - m_0 / m) \times 100 \, \%.$$

Существуют два способа определения влажности – прямой и косвенный. Прямой метод основан на выделении воды из древесины. Для этого очищенный образец древесины подвергают сушке в сушильном шкафу при температуре 103 °С до полной отдачи влаги. В процессе сушки образец взвешивают – первый раз через 6—10 ч после начала сушки, а затем через каждые 2 ч. Сушку прекращают после того, как вес образца уже не уменьшается. Прямой метод позволяет с большой точностью определить влажность древесины.

Второй метод – косвенный, основанный на измерении электропроводности древесины с помощью электровлагомера. При таком измерении шкала прибора показывает величину влажности. Этот способ дает возможность быстро определить влажность. Но его недостаток заключается в погрешности измерения, которая составляет 2–3 %, а при влажности древесины более 30 % – еще выше.

Вода в древесине находится в связанном и свободном состоянии. Связанная вода находится в клеточных стенках и удерживается прочно. Удаление такой воды затруднено и оказывает существенное влияние на изменение большинства свойств древесины. Максимальное количество связанной воды соответствует пределу насыщения клеточных стенок, который в расчетах принимается: $W_{\text{п.н.}} = 30 \, \%$.

Свободная вода находится в полостях клеток и межклеточных пространствах, поэтому удаляется из древесины легче.

Свежесрубленная древесина имеет влажность в пределах 50—100 %, а при длительном нахождении в воде – более 100 %.

После сушки на открытом воздухе влажность снижается до 15–20 %. Влажность величиной 20–22 % называется **транспортной**, а влажность, которую древесина имеет в период эксплуатации, – **эксплуатационной**.

Сушка древесины бывает двух видов – **атмосферной**, при температуре окружающей среды, и **искусственной**, или камерной, когда температура может быть до 100 °С и выше. При камерной сушке происходит усушка древесины, т. е. уменьшение линейных размеров в радиальном направлении на 3–7 %, а в тангенциальном – на 8—10 %, вдоль волокон – 0,1–0,3 %. Полная объемная усушка составляет 11–17 %.

При сушке древесины с уменьшением влажности меняются ее механические свойства – уменьшается упругость, но увеличивается прочность при сжатии, а также уменьшается электропроводность.

3. Плотность древесины. Тепловые свойства древесины

Плотность древесины – это масса единицы объема материала, выражающаяся в г/см³ или кг/м³. Существует несколько показателей плотности древесины, которые зависят от влажности. Плотность древесного вещества – это масса единицы объема материала, образующего клеточные стенки. Она для всех пород примерно одинакова и равна 1,53 г/см³, т. е. в 1,5 раза выше плотности воды.

Плотность абсолютно сухой древесины – это масса единицы объема древесины при отсутствии в ней воды. Она определяется по формуле:

$$\rho_0 = m_0 / V_0,$$

где ρ_0 – плотность абсолютно сухой древесины, г/см³ или кг/м³;

m_0 – масса образца древесины при влажности 0 %, г или кг; V_0 – объем образца древесины при влажности 0 %, см³ или м³.

Плотность древесины меньше плотности древесного вещества, так как она имеет пустоты, заполненные воздухом, т. е. пористость, которая выражается в процентах и характеризует отношение пустот в абсолютно сухой древесине. Чем больше плотность древесины, тем меньше ее пористость.

Плотность древесины существенно зависит от влажности. С увеличением влажности плотность древесины возрастает. По плотности все породы делятся на три группы (при влажности древесины 12 %):

- 1) породы с малой плотностью – 540 кг/м³ и менее – это ель, сосна, липа и др.;
- 2) породы средней плотности – от 550 до 740 кг/м³ – это дуб, береза, вяз и др.;
- 3) породы высокой плотности – 750 кг/м³ и более – это кизил, граб, фисташка и др.

Тепловые свойства древесины – это теплоемкость, теплопроводность, температуропроводность и тепловое расширение. Теплоемкость – способность древесины аккумулировать тепло. За показатель теплоемкости принята удельная теплоемкость C – количество теплоты, необходимое для нагревания 1 кг массы древесины на 1 °С. Она измеряется в кДж/кг × t °С.

Сухая древесина представляет собой древесное вещество и воздух, причем массовая доля воздуха в ней незначительна. Поэтому теплоемкость сухой древесины практически равна теплоемкости древесного вещества. Удельная теплоемкость древесины практически не зависит от породы и при температуре 0 °С для абсолютно сухой древесины равна 1,55 кДж. С повышением температуры удельная теплоемкость несколько возрастает и при температуре 100 °С увеличивается примерно на 25 %. При увлажнении древесины ее теплоемкость увеличивается.

Процесс переноса тепла в древесине характеризуется двумя показателями – коэффициентом теплопроводности и коэффициентом температуропроводности. Коэффициент теплопроводности численно равен количеству теплоты, которое проходит в единицу времени через стенку из древесины площадью 1 м² и толщиной 1 м при разности температур на противоположных сторонах стенки в 1 °С. Он измеряется в Вт / (м × °С).

Коэффициент температуропроводности характеризует скорость изменения температуры древесины при ее нагревании или охлаждении. Он определяет тепловую инерционность древесины, т. е. ее способность выравнивать температуру. Коэффициент температуропроводности рассчитывают по формуле:

$$\alpha = \lambda / c \times \rho,$$

где ρ – плотность материала, кг/м³;

λ – коэффициент теплопроводности, Вт / (м × °С);

c – удельная теплоемкость древесины, кДж / (кг × °С).

4. Электрические и акустические свойства древесины

Как показали многочисленные исследования электрических свойств древесины, ее электропроводность, т. е. способность проводить электрический ток, находится в обратной зависимости от ее электрического сопротивления. Существуют поверхностное и объемное сопротивления, которые в сумме дают полное сопротивление образца древесины, размещенного между двумя электродами. Объемное сопротивление характеризует препятствие прохождению тока сквозь толщу образца, а поверхностное – по поверхности. Показателями электрического сопротивления служат удельное объемное и удельное поверхностное сопротивления.

Исследования показали, что сухая древесина плохо проводит ток, но с повышением влажности ее сопротивление уменьшается. Это видно из данных, полученных при исследованиях (табл. 1).

Таблица 1

Порода	Удельное объемное сопротивление, Ом × см при влажности древесины, %		
	0	7	20
Сосна	$2,3 \times 10^{15}$	5×10^{11}	3×10^8
Ель	$7,6 \times 10^{16}$	1×10^{12}	3×10^8
Дуб	$1,5 \times 10^{16}$	2×10^{11}	7×10^8
Береза	$5,1 \times 10^{16}$	9×10^{11}	1×10^8
Ольха	$1,0 \times 10^{17}$	9×10^{11}	6×10^8

Снижение поверхностного сопротивления происходит при увеличении влажности. Например, при увеличении влажности бука от 4,5 до 17 % поверхностное электрическое сопротивление уменьшается с $1,2 \times 10^{13}$ до 1×10^7 Ом.

Кроме того, в результате исследований установлено, что снижение электрического сопротивления древесины происходит при ее нагревании, особенно при ее низкой влажности. Так, увеличение температуры от 20 до 94 °С снижает сопротивление абсолютно сухой древесины в 10^6 раз.

Акустические свойства. При исследованиях акустических свойств древесины установлено, что скорость распространения звука в древесине тем больше, чем меньше ее плотность и выше модуль упругости. Средние значения скорости звука вдоль волокон для комнатно—сухой древесины равны: дуб – 4720 м/с, ясень – 4730 м/с, сосна – 5360 м/с, лиственница – 4930 м/с. Далее исследования показали, что скорость звука поперек волокон в 3–4 раза меньше, чем вдоль волокон. Скорость распространения звука зависит от свойств материалов и в первую очередь от плотности, например в стали звук распространяется со скоростью 5050 м/с, в воздухе – 330 м/с, а в каучуке – 30 м/с. На данных, полученных при исследованиях акустических свойств древесины, построен ультразвуковой метод определения ее прочности и внутренних скрытых дефектов. По существующим строительным нормам звукоизоляция стен и перегородок должна быть не ниже 40, а междуэтажных – 48 дБ. Согласно данным исследований звукопоглощающая способность древесины низка, например звукоизоляция сосновой древесины при толщине 3 см составляет 12 дБ, а дубовой при толщине 4,5 см – 27 дБ. Как установлено исследованиями, наилучшие акустические свойства в части

наибольшего излучения звука имеет древесина ели, пихты и кедра, которая используется для изготовления многих музыкальных инструментов: щипковых, смычковых, клавишных и др. Как показала практика, наилучшими акустическими свойствами обладает древесина длительной выдержки – в течение 50 лет и более.

5. Прочность древесины

К механическим свойствам относятся прочность и деформативность древесины, а также некоторые технологические свойства. Прочность древесины – это способность ее сопротивляться разрушениям под воздействием внешних нагрузок. Предел прочности древесины определяется путем испытания образцов на сжатие, растяжение, изгиб, сдвиг.

При испытании древесины на сжатие нагрузку производят вдоль волокон, затем поперек и в одном месте. Предел прочности определяют в МПа по формуле:

$$\sigma_{сж} = P_{\max} / a \times b,$$

где $P_{\max}$ – максимальная разрушающая нагрузка, Н;

a и b – размеры образца древесины, мм.

По данным испытаний установлено, что при растяжении древесины поперек волокон прочность составляет примерно 1/20 прочности при растяжении вдоль волокон. Поэтому при конструировании изделий и устройстве различных строительных конструкций не допускают случаев, чтобы растягивающие нагрузки были направлены поперек волокон.

На практике в большинстве случаев изделия из древесины работают с нагрузками на изгиб. Поэтому образцы древесины обязательно испытывают на изгиб, при этом определяют предел прочности в МПа по формуле:

$$\sigma_{из} = 3P_{\max} \times l / 2 \times b \times h^2,$$

где l – расстояние между опорами, мм;

b – ширина образца в радиальном направлении, мм;

h – высота образца в тангенциальном направлении, мм.

При изгибании образца с выпуклой стороны возникают напряжения растяжения, а с вогнутой – сжатия. При нагрузках выше предельной величины разрушение древесины происходит в виде разрыва растянутых волокон на выпуклой стороне излома образца.

Большое значение имеет показатель прочности при сдвиге. Этот показатель определяют при испытаниях трех видов сдвига: на скалывание вдоль и поперек волокон; на перерезание древесины поперек волокон. При этом предел прочности древесины на скалывание – $\sigma_{ск}$, МПа определяют по формуле:

$$\sigma_{ск} = P_{\max} / b \times l,$$

где $P_{\max}$ – максимальная нагрузка, Н;

b , l – толщина и длина образца в плоскости скалывания, мм. Испытания на перерезание древесины поперек волокон проводят на образцах с применением подвижного ножа. При этом предел прочности в МПа определяют по формуле:

$$\tau = P_{\max} / 2 \times a \times b,$$

где $P_{\max}$ – максимальная нагрузка, Н;

a и b – размеры сечения образца, мм (поперечные). Как показывают результаты испытаний, прочность древесины при перерезании поперек волокон в 4 раза больше, чем при скалывании вдоль волокон.

Как показали испытания, модули упругости при сжатии и растяжении древесины примерно одинаковы и составляют для сосны – 12,3 ГПа, для дуба – 14,6 ГПа и для березы – 16,4 ГПа при влажности 12 %. Модуль упругости поперек волокон примерно в 20–25 раз меньше, чем вдоль, а в радиальном направлении выше, чем в тангенциальном, примерно на 20–50 %.

При испытаниях древесины также определяют модуль упругости:

$$E = 3 \times P \times l / (64b \times h^3 \times f),$$

где P – нагрузка, равная разности между верхними и нижними пределами измерения, Н;
 l – расстояние между опорами (на которых располагается образец древесины), мм;
 b и h – ширина и высота образца, мм;
 f – прогиб, равный разности среднеарифметических значений прогиба при верхнем и нижнем пределах нагружения, мм.

6. Технологические свойства древесины

Технологические свойства: ударная вязкость, твердость, износоустойчивость, способность удерживать шурупы, гвозди и другие крепления, а также обрабатываемость режущими инструментами.

Ударная вязкость древесины – это ее способность поглощать усилия (работу) при ударе без разрушения. Чем больше величина работы, необходимой для излома образца, тем выше его вязкость. Ударную вязкость определяют по формуле:

$$A = Q/b \times h, \text{ Дж/см}^2,$$

где Q – работа, затрачиваемая на излом образца, Дж;

b и h – ширина и высота образца.

Твердость древесины – это ее способность сопротивляться вдавливанию тела из более твердого материала – стального пуансона с полусферическим наконечником радиусом $r = 5,64$ мм на глубину 5,64 мм. При этом в конце нагружения по шкале силоизмерителя машины отсчитывают нагрузку P . После испытания в древесине остается отпечаток площадью 100 мм^2 . Статическую твердость образца определяют в Н/мм по формуле:

$$H = P / \pi \times r^2,$$

где $\pi \times r^2$ – площадь отпечатка в древесине при вдавливании в нее полусферы радиусом r , мм.

Если имеет место раскалывание образцов в процессе испытаний, то пуансон вдавливают на меньшую глубину – 2,82 мм, а твердость определяют по формуле:

$$H = 4P / (3\pi \times r^2).$$

Все породы по твердости торцевой поверхности делят на три группы: мягкие – твердостью 40 Н/мм^2 и меньше, твердые – $41\text{--}80 \text{ Н/мм}^2$ и очень твердые – более 80 Н/мм^2 .

Износостойкость древесины характеризует ее способность сопротивляться износу при трении о поверхность абразивных элементов или микронеровностей более твердого тела. При испытании на истирание создают условия, которые имитируют реальный процесс истирания древесины, используемой для полов, лестниц, настилов. Истирания производят на специальной машине. При этом показатель истирания t вычисляют в мм по формуле:

$$t = h \times (m_1 - m_2) / m_1,$$

где h – высота образца до истирания, мм;

m_1 и m_2 – масса образца соответственно до и после испытания, г.

Удельное сопротивление выдергиванию гвоздя или шурупа определяется по формуле:

$$P_{\text{уд}} = P_{\text{max}} / l \text{ (Н/мм)},$$

где P_{max} – максимальная нагрузка при выдергивании гвоздей или шурупов;

l – длина забивки гвоздя или ввинчивания шурупа. Способность древесины удерживать крепежные элементы зависит от ее породы, плотности и влажности. Сопротивление выдергиванию гвоздей, забитых в радиальном и тангенциальном направлениях, примерно одинаковое, но оно выше, чем при забивании гвоздей в торец образца.

Способность древесины к гнущю – наилучшая у бука, дуба, ясеня, хуже – у хвойных пород. Для улучшения податливости древесины перед гнущю ее пропаривают, затем после гнущю охлаждают и сушат в зафиксированном состоянии, в результате чего она приобретает стабильную изогнутую форму.

Способность древесины раскалываться – это процесс разделения ее вдоль волокон под действием нагрузки, передаваемой на клин. Это является отрицательным свойством древесины при забивании гвоздей близко от кромки, а также костылей, шурупов при ввинчивании, но положительным – при колке дров или заготовке колотых сортиментов.

ЛЕКЦИЯ № 5. Сплавы

1. Строение металлов

Металлы и их сплавы – основной материал в машиностроении. Они обладают многими ценными свойствами, обусловленными в основном их внутренним строением. Мягкий и пластичный металл или сплав можно сделать твердым, хрупким, и наоборот. Для того чтобы сознательно изменять свойства металлов, необходимо знать основы их кристаллического строения. Как известно, все тела состоят из большого количества атомов, которые удерживаются силами сцепления, совершая колебания большой частоты возле точек равновесия. Поскольку атомы разных металлов различны, каждый металл имеет свои определенные свойства. Эти свойства зависят от расположения атомов между собой, характера их связей, от расстояния между ними. Если изменить расстояние между атомами или порядок их расположения, изменятся и свойства металла. В аморфных телах – смоле, стекле, канифоли и т. п. – атомы расположены беспорядочно. В металлах они находятся в определенном геометрическом порядке, образуя кристаллы, поэтому металлы являются кристаллическими телами. Металлы различаются не только порядком расположения атомов, но и кристаллической решеткой, которая представляет собой воображаемую пространственную сетку, состоящую из элементарных ячеек, в узлах которой находятся атомы.

Различают следующие кристаллические решетки металлов с плотной упаковкой атомов: **кубическую объемно—центрированную, кубическую гранецентрированную и гексагональную**. В ячейке кубической объемно—центрированной решетки атомы расположены в вершинах и центре куба. Такая ячейка содержит девять атомов (хром, вольфрам, ванадий, молибден, литий, а при определенных температурах – железо и другие металлы).

В ячейке кубической гранецентрированной решетки атомы находятся в вершинах куба и на пересечении диагоналей каждой плоскости. Такая ячейка имеет 14 атомов (свинец, никель, медь, золото, серебро, платина, железо при определенных температурах и другие металлы).

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.