

ТЕМА 1. СТРОЕНИЕ ДРЕВЕСИНЫ

Лекция 1

ЧАСТИ РАСТУЩЕГО ДЕРЕВА

Вопросы:

1. Основные части растущего дерева
2. Главные разрезы и части ствола

1. ОСНОВНЫЕ ЧАСТИ РАСТУЩЕГО ДЕРЕВА

Растущее дерево состоит из *кроны*, *ствола* и *корней* (рис.1.1). При жизни дерева каждое из этих частей выполняет свои определенные функции и имеет различное промышленное применение.

Крона – совокупность ветвей, одетых листьями (хвоей). В зеленых листьях в процессе фотосинтеза образуются сложные органические вещества, необходимые для жизни и роста дерева.

Ствол - это часть дерева от корней до вершины, несущая на себе ветви. Ствол растущего дерева проводит воду с растворенными минеральными веществами вверх (восходящий ток), а с органическими веществами - вниз по лубу к корням (нисходящий ток); хранит запасные питательные вещества; служит для размещения и поддержания кроны. Он дает основную массу древесины и имеет промышленное значение. Верхняя тонкая часть ствола называется вершиной, нижняя толстая часть - комлем.

Корни представлены системой, которая включает в себя мелкие корешки, всасывающие воду с растворенными минеральными веществами, и толстые корни, которые удерживают ствол в вертикальном положении, проводят воду и хранят запасы питательных веществ. Корни используются как вторичное топливо. Пни и крупные корни сосны через некоторое время после валки деревьев служат сырьем для получения канифоли и скипидара.

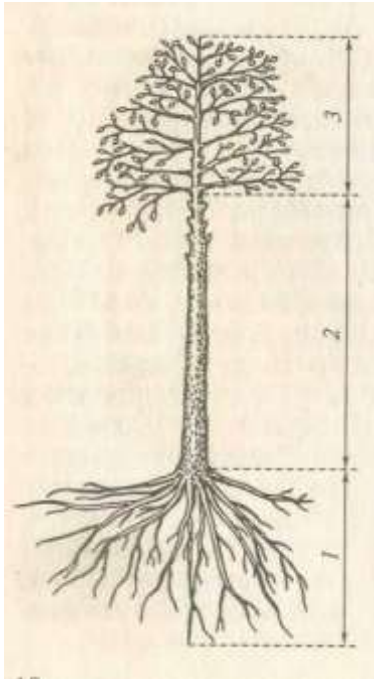


Рис. 1.1. Части растущего дерева:
1 – корни; 2 – ствол; 3 – крона

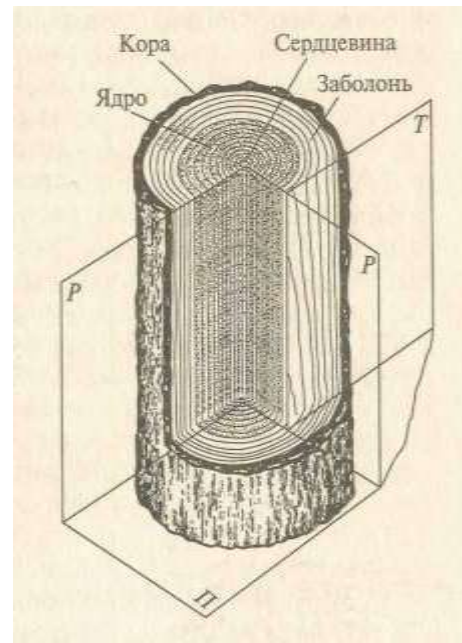


Рис. 1.2. Главные срезы ствола:
П – поперечный; Р – радиальный;
Т – тангенциальный

2. ГЛАВНЫЕ РАЗРЕЗЫ И ЧАСТИ СТВОЛА

Ствол изучают на трех главных разрезах: поперечном (торцовом) и двух продольных - радиальном и тангенциальном (рис. 1.2). Поперечным называется разрез, проходящий перпендикулярно оси ствола и образующий торцовую плоскость. Плоскость радиального разреза проходит вдоль оси ствола через сердцевину по радиусу торца. Плоскость тангенциального разреза проходит также вдоль оси ствола на расстоянии от сердцевины, направлена по касательной к окружностям, образованным годичными слоями. Свойства древесины в этих направлениях вследствие ее слоисто-волокнутого строения значительно отличаются.

На поперечном разрезе ствола хорошо видны его основные анатомические части: *сердцевина, древесина и кора*. Примерно в центре ствола находится сердцевина в виде небольшого темного пятнышка, большая часть ствола занята древесиной, которая снаружи окружена корой, резко отличающейся по внешнему виду от древесины.

Сердцевина редко находится в геометрическом центре ствола и чаще занимает эксцентрическое положение. На поперечном разрезе имеет вид пятнышка диаметром 2...5 мм. Чаще всего имеет округлую форму, но у некоторых пород сердцевина может быть треугольной (ольха), четырехугольной (ясень), пятиугольной (тополь), звездчатой (дуб). На радиальном разрезе сердцевина видна как узкая темная полоска, вытянутая вдоль оси ствола. Сердцевина состоит из мягкой ткани.

Кора на поперечном разрезе имеет форму кольца, обычно более темного, чем древесина. Она составляет от 6 до 25% объема ствола, толщина ее уменьшается по направлению от комля к вершине. В толстой коре взрослых деревьев можно различить два слоя: наружный, называемый *коркой*, и внутренний, называемый *лубом*. Между лубом и древесиной находится очень тонкий, не видимый невооруженным глазом слой *камбия* - образовательной ткани, обуславливающий прирост древесины и коры в толщину. В растущем дереве корка защищает древесину и камбий от внешних воздействий - резких колебаний температуры, механических повреждений, насекомых и др., лубяной слой проводит вниз по стволу органические питательные вещества, образованные в листьях кроны. По характеру поверхности кора может быть гладкой (пихта, бук, граб), бороздчатой (ясень, дуб), чешуйчатой (сосна, конский каштан), волокнистой (можжевельник), бородавчатой (бересклет бородавчатый). Цвет коры может меняться от белого (береза) до темно-серого (дуб) и темно-бурого (ель).

Лекция 2

МАКРОСКОПИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ДРЕВЕСИНЫ

Вопросы:

1. Ядро, заболонь, спелая древесина
2. Годичные слои
3. Сердцевинные лучи, сердцевинные повторения
4. Сосуды
5. Смоляные ходы

1. ЯДРО, ЗАБОЛОНЬ, СПЕЛАЯ ДРЕВЕСИНА

Древесина лесных пород, произрастающих в нашей стране, окрашена обычно в светлый цвет. При этом у одних пород вся масса древесины окрашена в одинаковый цвет, у других — центральная часть имеет темную окраску. Темноокрашенная часть ствола называется *ядром*, а светлая периферическая — *заболонью*.

Породы, имеющие ядро, называются *ядровыми*. Остальные породы, имеющие однородную окраску древесины, называются *безъядровыми*. Среди безъядровых пород есть такие, у которых центральная часть в растущем дереве имеет меньшую влажность, чем периферическая. В этом случае центральную часть называют спелой древесиной, а породы этой подгруппы — *спелодревесными*. Если у безъядровых пород центральная часть древесины не отличается от периферической ни по цвету, ни по содержанию воды, такие породы называются *заболонными*.

Из древесных пород, произрастающих на территории РФ, ядро имеют: хвойные (сосна, лиственница, кедр, тис, можжевельник); лиственные (дуб, ясень, вяз, ильм, белая акация, тополь, яблоня, грецкий орех и др.); к безъядровым относятся береза, ольха, бук, осина, граб, клен, груша, орешник и др.; к спелодревесным относятся из хвойных ель и пихта, из лиственных бук и осина.

У некоторых безъядровых пород (у березы, бука, осины) наблюдается потемнение центральной части ствола. В этом случае темная часть ствола называется *ложным ядром*.

2. ГОДИЧНЫЕ СЛОИ

На поперечном разрезе ствола можно видеть концентрические слои, расположенные вокруг сердцевины. Эти образования называются годичными слоями и в большинстве случаев представляют собой ежегодный прирост древесины. Годичные слои хорошо заметны у всех пород, но особенно хорошо у хвойных. На радиальном разрезе годичные слои имеют вид продольных полос, на тангенциальном — извилистых линий (рис. 1.3). Годичные слои нарастают ежегодно от центра к периферии. По числу годичных слоев можно определить возраст той части ствола, где прошел разрез. Ширина годичных слоев зависит от породы, условий произрастания, положения в стволе. У одних пород (быстрорастущих) годичные слои широкие, до 1 - 1,5 см (тополь, ива), у других узкие, до 1 мм (самшит, тис). Некоторым породам свойственна неправильная форма годичных слоев. Так, у граба, можжевельника на поперечном разрезе наблюдается *волнистость* годичных слоев.

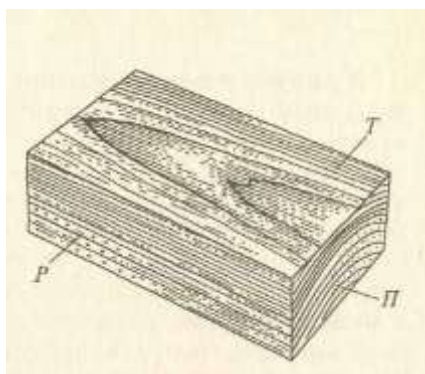


Рис. 1.3. Вид годичных слоев на главных разрезах: ранняя (светлая) и поздняя (темная) древесина годичных слоев на поперечном П, радиальном Р, тангенциальном Т разрезах

У многих пород видно, что каждый годичный слой состоит из двух частей (рис. 1.3). Внутренняя часть, обращенная к сердцевине, окрашена светлее и отличается от наружной менее плотным строением. По времени образования

внутреннюю часть называют ранней, а наружную - поздней древесиной. Различие между ранней и поздней древесиной ярко выражено у хвойных и некоторых лиственных пород. Ранняя древесина служит для проведения воды вверх по стволу; поздняя древесина выполняет в основном механическую функцию. В зависимости от породы, возраста, условий произрастания, положения в стволе соотношение между ранней и поздней древесиной может резко изменяться. От количества поздней древесины зависят цвет, плотность и прочность древесины.

3. СЕРДЦЕВИННЫЕ ЛУЧИ, СЕРДЦЕВИННЫЕ ПОВТОРЕНИЯ

На поперечном разрезе некоторых пород (бук, дуб) хорошо видны светлые, часто блестящие, направленные от сердцевины к коре по радиусам линии, называемые сердцевинными лучами (рис. 1.4). Серцевинные лучи имеются у всех пород, но только лишь у некоторых они широкие и поэтому видны невооруженным глазом. По ширине сердцевинные лучи могут быть: очень узкие - *невидимые* невооруженным глазом (у березы, осины, самшита, груши и всех хвойных пород); *узкие*, трудноразличимые (у клена, вяза, ильма, липы); *широкие*, хорошо видимые на поперечном разрезе. Различают настоящие широкие лучи (у дуба, бука, платана) и *ложноширокие*, состоящие из пучка близко расположенных узких лучей (у граба, ольхи, орешника).

На радиальном разрезе лучи имеют вид поперечных блестящих широких или узких, коротких или длинных полос или черточек (в зависимости от совпадения направления разреза с направлением сердцевинного луча). По цвету лучи могут быть окрашены светлее или темнее окружающей древесины. На тангенциальном разрезе сердцевинные лучи имеют чечевицеобразную или веретенообразную форму.

В растущем дереве сердцевинные лучи служат для проведения воды и питательных веществ в горизонтальном направлении и для хранения запасных питательных веществ в период покоя. Количество сердцевинных лучей зависит от породы: у лиственных пород их в 2-3 раза больше, чем у хвойных. В древесине хвойных пород объем сердцевинных лучей составляет 5-6%, а у лиственных -

около 15%. Это объясняется тем, что лиственные породы на зиму сбрасывают листья и весной им требуется больше запасных питательных веществ для образования новых листьев. Сердцевинные лучи в срубленной древесине лиственных пород имеют декоративное значение; на радиальном разрезе (бук, платан, клен) они создают красивый рисунок.

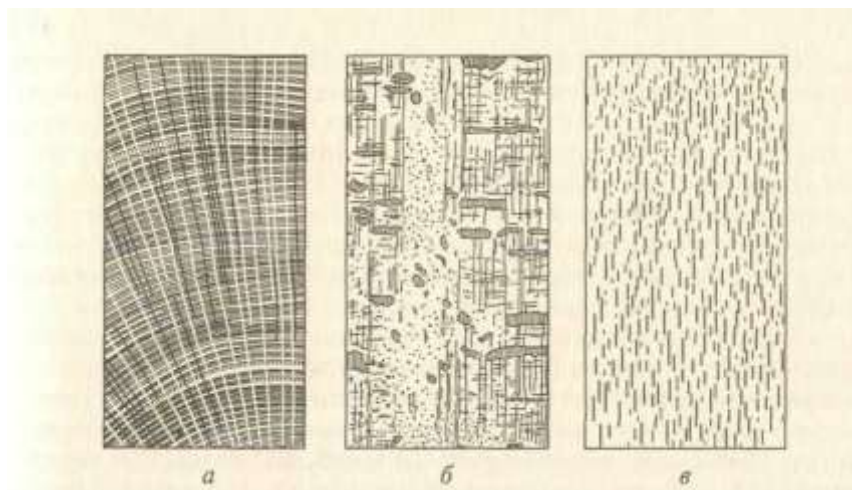


Рис. 1.4. Сердцевинные лучи у бука на разрезах:
а – поперечном; б – радиальном; в – тангенциальном

На поперечном разрезе некоторых лиственных пород можно видеть темные пятнышки бурого, коричневого цвета, расположенные ближе к границе годичного слоя. Эти образования называются *сердцевинными повторениями*. Сердцевинные повторения напоминают по цвету сердцевину и представляют собой заросшие ходы насекомых. Они встречаются у березы, ольхи, осины, клена главным образом в нижней части ствола. Для некоторых пород сердцевинные повторения служат диагностическим признаком при определении породы древесины (особенно часто встречаются у березы).

4. СОСУДЫ

Сосуды являются характерной особенностью строения лиственных пород. На поперечном разрезе некоторых пород видны отверстия, представляющие сечения сосудов - трубок, каналов, предназначенных для проведения воды. По величине сосуды делят на *крупные*, хорошо видимые невооруженным глазом, и *мелкие*, неразличимые простым глазом. Крупные сосуды чаще всего расположены в ранней древесине годичных слоев и образуют сплошное кольцо сосудов. Такие

лиственные породы называются *кольцесосудистыми* (рис. 1.5 а, б, в). У других пород (например, у грецкого ореха) крупные сосуды расположены равномерно по годичному слою (рис. 1.5 г), и такие породы называются *рассеяннососудистыми*.

У лиственных кольцесосудистых пород мелкие сосуды в поздней древесине собраны в группы, ясно заметные благодаря светлой окраске. У кольцесосудистых лиственных пород годичные слои хорошо заметны вследствие различия между ранней и поздней древесиной. У рассеяннососудистых пород такого различия нет, поэтому годичные слои заметны слабо. У лиственных кольцесосудистых пород мелкие сосуды в поздней древесине образуют следующие типы группировок: *радиальная* - в виде светлых радиальных полос (рис. 1.5 а) - дуб, каштан; *тангенциальная* - мелкие сосуды образуют светлые волнистые линии, расположенные параллельно границе годичного слоя (рис. 1.5 б) - ильм, вяз; *рассеянно-мелкие* сосуды в поздней древесине собраны в светлые точки или черточки (рис. 1.5 в) - ясень. На радиальном и тангенциальном разрезах крупные сосуды имеют вид продольных бороздок. Диаметр крупных сосудов колеблется от 0,2 до 0,4 мм, мелких — от 0,015 до 0,1 мм. Длина сосудов чаще бывает не более 10 см, но у дуба достигает нескольких метров. Объем сосудов в зависимости от породы колеблется от 7 до 43 % .

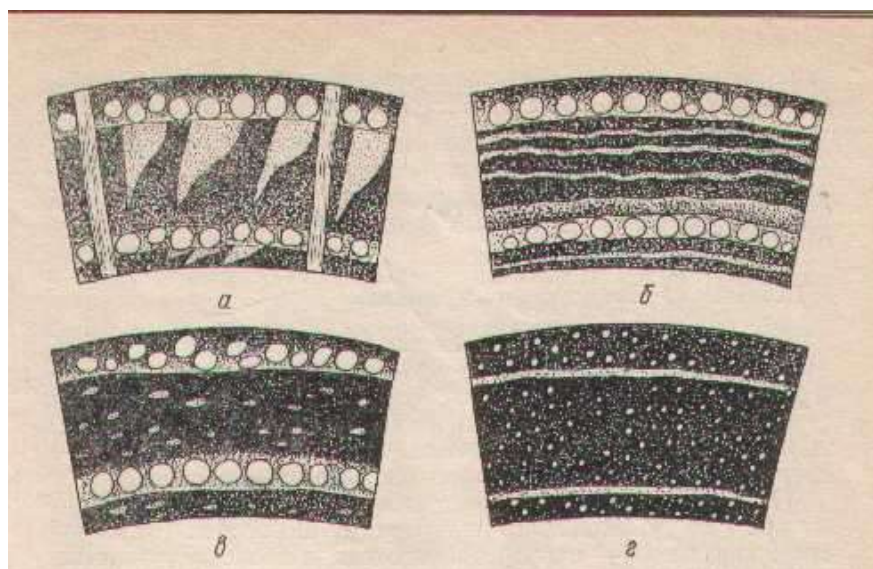


Рис. 1.5. Схемы расположения сосудов в древесине лиственных пород:
а, б, в – кольцесосудистые породы соответственно с радиальным, тангенциальным и
рассеянным расположением групп мелких сосудов; г – рассеяннососудистая порода;
1 – мелкие сосуды в поздней зоне; 2 – крупные сосуды в ранней зоне; 3 – широкие сердцевинные лучи

Сосуды понижают прочность древесины, так как являются слабыми элементами. Они облегчают проницаемость древесины жидкостями и газами в продольном направлении.

5. СМОЛЯНЫЕ ХОДЫ

Для древесины хвойных пород характерны смоляные ходы. Они представляют собой узкие, заполненные смолой каналы и имеются в древесине сосны, кедра, ели и лиственницы. В древесине пихты, тиса и можжевельника смоляных ходов нет.

По направлению смоляные ходы различают *вертикальные* и *горизонтальные*. Вертикальные ходы видны невооруженным глазом на поперечном разрезе в виде светлых точек, расположенных в поздней древесине годовичных слоев; на продольных разрезах они видны как темные продольные черточки. Количество и размер смоляных ходов зависят от породы. У древесины сосны, кедра смоляные ходы крупные и многочисленные, у древесины лиственницы - мелкие и немногочисленные. Смоляные ходы занимают очень небольшой объем древесины ствола (0,2 - 0,7 %), поэтому они не оказывают существенного влияния на свойства древесины.

Смоляные ходы имеют значение при подсочке, когда из растущего дерева получают смолу (живицу).

Лекция 3

МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ДРЕВЕСИНЫ, СЕРДЦЕВИНЫ И КОРЫ

Вопросы:

1. Растительные клетки и ткани
2. Строение древесины хвойных пород
3. Строение древесины лиственных пород

1. РАСТИТЕЛЬНЫЕ КЛЕТКИ И ТКАНИ

Исследование древесины под микроскопом показывает, что она состоит из мельчайших частичек - клеток, преимущественно (до 98%) мертвых. Растительная клетка имеет тончайшую прозрачную *оболочку*, внутри которой находится *протопласт*, состоящий из *цитоплазмы* и *ядра*.

Клеточная оболочка у молодых растительных клеток представляет собой прозрачную, эластичную и весьма тонкую (до 0,001 мм) пленку. Она состоит из органического вещества - *клетчатки*, или *целлюлозы*. По мере развития, в зависимости от функций, которые призвана выполнять та или иная клетка, размеры, состав и строение ее оболочки существенно изменяется. Наиболее частым видом изменения клеточных оболочек является их одревеснение и пробковение. Одревеснение клеточной оболочки происходит при жизни клеток в результате образования в них особого органического вещества - *лигнина*. Одревесневшие клетки или совсем прекращают рост, или увеличивают размеры в значительно меньшей степени, чем клетки с целлюлозными оболочками.

Целлюлоза в клеточной оболочке представлена в виде волоконцев, которые называются *микрофибриллами*. Промежутки между микрофибриллами заполнены в основном лигнином, гемицеллюлозами и связанной влагой. В процессе роста клеточные оболочки утолщаются, при этом остаются

неутолщенные места, называемые *порами*. Поры служат для проведения воды с растворенными питательными веществами из одной клетки в другую.

Клетки, составляющие древесину, разнообразны по форме и величине. Различают два основных вида клеток: клетки, имеющие длину волокон 0,5- 3мм, диаметр 0,01-0,05 мм, с заостренными концами - *прозенхимные* и клетки меньших размеров, имеющие вид многогранной призмы с примерно одинаковыми размерами сторон (0,01-0,1 мм), - *паренхимные*.

Паренхимные клетки (длина волокон 0,5-3 мм, диаметр 0,01-0,05 мм, с заостренными концами) служат для отложения запасных питательных веществ. Органические питательные вещества в виде крахмала, жиров и других веществ накапливаются и хранятся в этих клетках до весны, а весной они направляются в крону дерева для образования листьев. Ряды паренхимных клеток расположены у дерева по радиусу и входят в состав сердцевинных лучей. Количество их в общем объеме древесины незначительно: у хвойных пород 1-2%, у лиственных - 2-15%.

Основная масса древесины всех пород состоит из клеток прозенхимных, которые в зависимости от выполняемых ими жизненных функций разделяются на проводящие и опорные или механические. Проводящие клетки у растущего дерева служат для проведения из почвы в крону воды с растворами минеральных веществ; опорные создают механическую прочность древесины.

Клетки одинакового строения, выполняющие одни и те же функции, образуют ткани древесины. В соответствии с назначением и видом клеток, из которых состоят ткани, различают: *запасающие, проводящие, механические (опорные) и покровные ткани*.

Запасающие ткани состоят из коротких запасающих клеток и служат для накопления и хранения питательных веществ. Запасающие ткани находятся в стволе и в корнях.

Проводящие ткани состоят из вытянутых тонкостенных клеток (сосудов, трубок), через которые влага, впитанная корнями, проходит к листьям. Длина сосудов в среднем около 100 мм; у некоторых пород, например у дуба, сосуды достигают 2-3 м длины. Диаметр сосудов колеблется от сотых долей миллиметра (у мелкососудистых пород) до 0,5 мм (у крупнососудистых).

Механические ткани (опорные) находятся в стволе (рис.7 г). Эти ткани придают устойчивость растущему дереву. Чем больше этой ткани, тем древесина плотнее, тверже, прочнее. Механические ткани называют *либриформом*.

Покровные ткани находятся в коре и выполняют защитную роль.

2. СТРОЕНИЕ ДРЕВЕСИНЫ ХВОЙНЫХ ПОРОД

Древесина хвойных пород отличается сравнительной простотой и правильностью строения (рис. 1.6). Основную ее массу (90-95%) составляют расположенные радиальными рядами вытянутые клетки с кососрезанными концами, называемые *трахеидами*. В стенках трахеид имеются поры, через которые они сообщаются с соседними клетками. В пределах годичного слоя различают *ранние* и *поздние* трахеиды. Ранние трахеиды образуются ранней весной и в начале лета, имеют тонкие оболочки с порами, широкие полости и служат для проведения воды с растворенными минеральными веществами. У ранних трахеид размер в радиальном направлении больше, чем в тангентальном. Концы ранних трахеид имеют закругленную форму.

Поздние трахеиды образуются в конце лета, имеют узкие полости и толстые клеточные оболочки, поэтому выполняют механическую функцию, придавая древесине прочность. Размер по радиальному направлению меньше, чем по тангентальному.

Количество пор на стенках ранних трахеид примерно в 3 раза больше, чем на стенках поздних трахеид. Трахеиды являются мертвыми клетками. В стволе растущего дерева только вновь образующийся годичный слой содержит живые трахеиды.

Сердцевинные лучи у хвойных пород узкие, слабо заметные или вовсе не заметные простым глазом. Они состоят преимущественно из паренхимных клеток.

Смоляные ходы - особенность строения древесины хвойных пород. Они представляют собой клетки, вырабатывающие и хранящие смолу. У одних пород имеются только разобщенные между собой смоляные клетки (пихта, тис, можжевельник), у других пород смоляные клетки связаны в систему и образуют смоляные ходы (сосна, ель, лиственница, кедр). Различают горизонтальные и

вертикальные смоляные ходы, которые в совокупности составляют единую систему сообщающихся каналов. Горизонтальные смоляные ходы проходят по сердцевинным лучам и хорошо видны на тангентальном разрезе ствола.

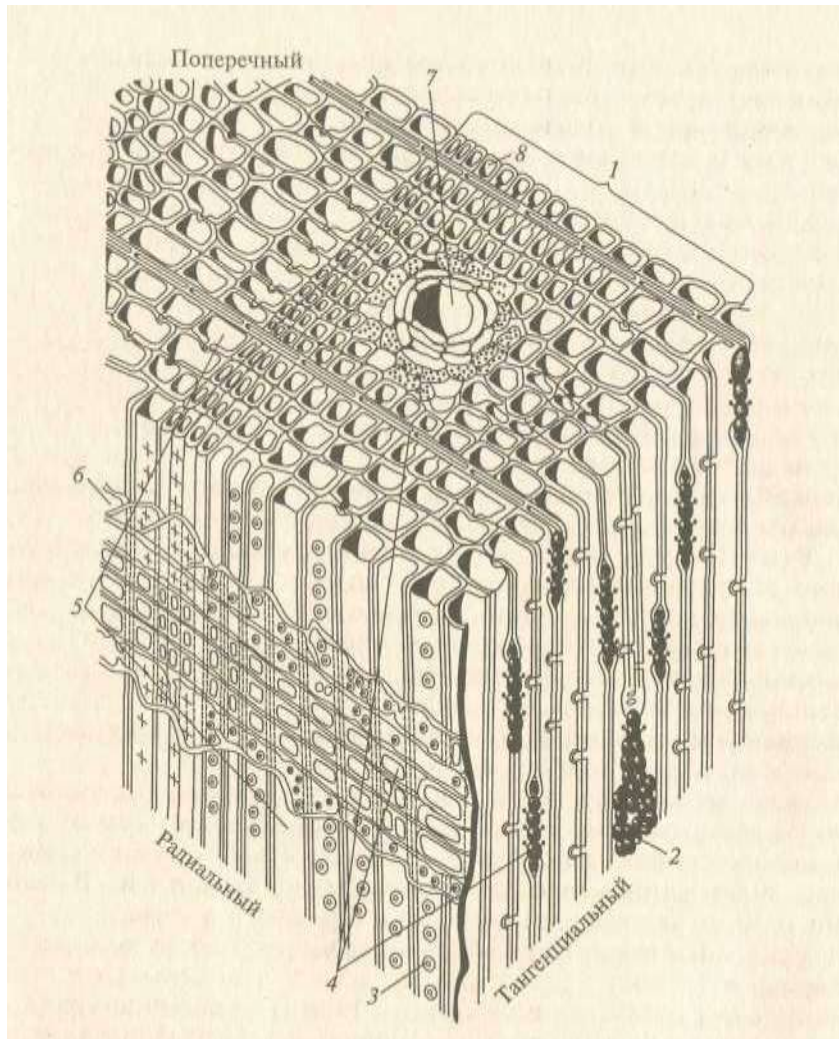


Рис. 1.6. Схема микроскопического строения древесины сосны (по В.Е.Вихрову):
1 – годичный слой; 2 – многорядный луч с горизонтальным смоляным ходом;
3 – окаймленная пора; 4 – сердцевинные лучи; 5 – ранние трахеиды;
6 – лучевая трахеида; 7 – вертикальный смоляной ход; 8 – поздняя трахеида

Древесная паренхима у хвойных пород распространена мало и представляет собой вытянутые по длине ствола единичные паренхимные клетки или клетки, идущие вдоль оси ствола. Древесной паренхимы нет у тиса и сосны.

3. СТРОЕНИЕ ДРЕВЕСИНЫ ЛИСТВЕННЫХ ПОРОД

По сравнению с хвойными породами лиственные имеют более сложное строение (рис. 1.7, 1.8). Основной объём древесины лиственных пород составляют сосуды и сосудистые трахеиды, волокна либриформа, паренхимные клетки.

Сосуды - это система клеток, служащих в растущем дереве для проведения воды с растворенными в ней минеральными веществами из корней к листьям. Вода из сосудов проходит к соседним живым клеткам через поры, имеющиеся в боковых стенках сосудов.

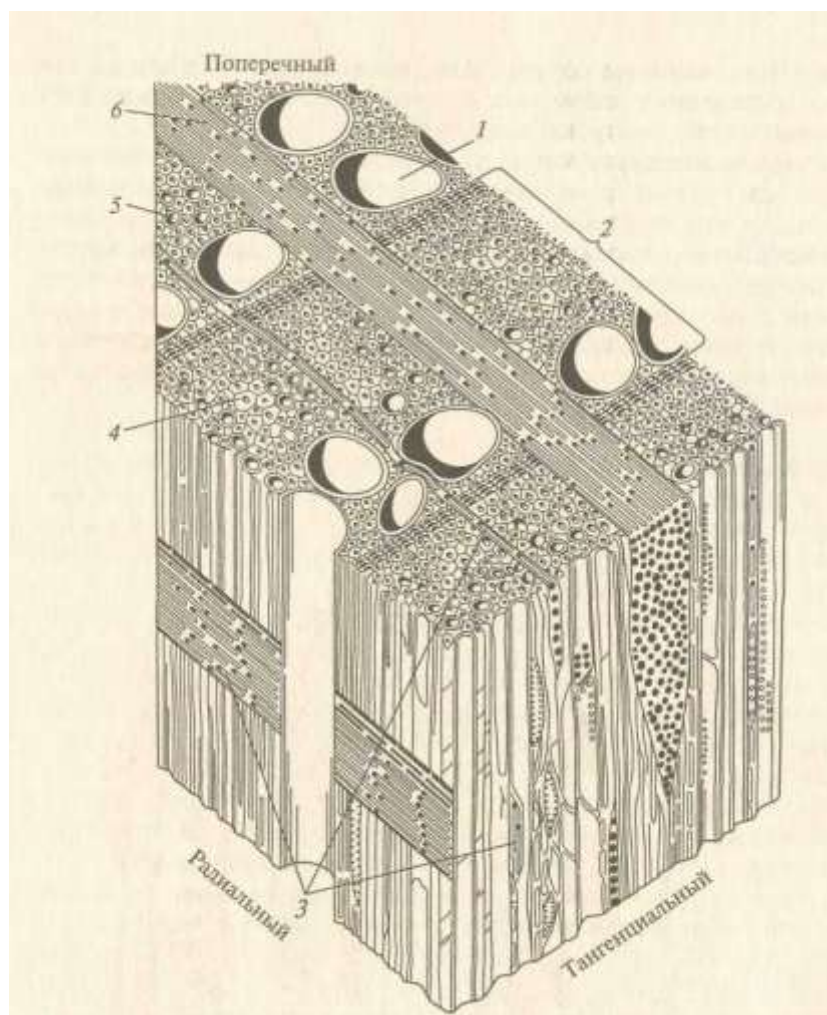


Рис. 1.7. Схема микроскопического строения древесины дуба (по В.Е.Вихрову):

- 1 – крупный сосуд; 2 – годичный слой;
- 3 – узкие сердцевинные лучи; 4 – либриформ; 5 – мелкий сосуд;
- 6 – широкий сердцевинный луч

Волокна либриформа являются наиболее распространенными клетками древесины лиственных пород и составляют их главную массу (до 76%). Основной объём древесины составляют клетки древесной паренхимы. Эти клетки могут быть собраны в вертикальные ряды, называемые тяжами древесной паренхимы. Волокна либриформа представляют собой длинные клетки с заостренными концами, с толстыми оболочками и узкими полостями. Стенки волокон либриформа всегда одревесневшие, имеют узкие каналы - щелевидные поры. Длина волокон либриформа находится в пределах 0,3-2 мм, а толщина - 0,02-0,005 мм. Волокна либриформа - наиболее прочные элементы древесины лиственных пород, выполняют механические функции.

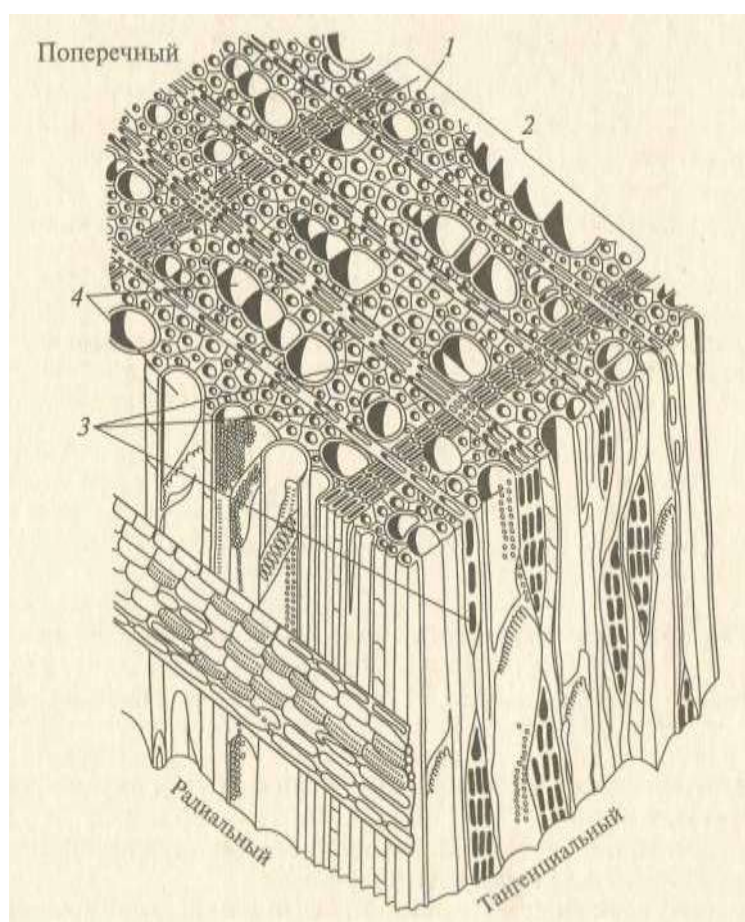


Рис. 1.8. Схема микроскопического строения древесины березы (по В.Е.Вихрову):
1 – волокнистые трахеиды; 2 – годичный слой;
3 – сердцевинные лучи; 4 – сосуды

Размеры и количественное соотношение различных клеток, составляющих древесину, даже у одной и той же породы могут изменяться в зависимости от возраста, условий роста дерева.

Паренхимные клетки, выполняющие запасные функции, в древесине лиственных пород прежде всего образуют сердцевинные лучи. Серцевинные лучи у лиственных пород развиты сильнее, чем у хвойных. По ширине сердцевинные лучи могут быть узкие однорядные, состоящие из одного ряда вытянутых по радиусу клеток. По высоте сердцевинные лучи состоят из нескольких десятков рядов клеток (до 100 и более у дуба, бука). На тангентальном разрезе однорядные лучи представлены в виде вертикальной цепочки клеток; многорядные лучи имеют форму чечевицы.

Лиственные породы сбрасывают на зиму листья и нуждаются в большом количестве запасных питательных веществ, поэтому в древесине лиственных пород содержится больше клеток древесной паренхимы.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные части ствола.
2. На каких разрезах изучают строение и свойства древесины?
3. Назовите элементы макроскопического строения древесины.
4. Что такое древесные ткани?
5. Опишите анатомические элементы, выполняющие проводящие, механические и запасающие функции в древесине хвойных и лиственных пород.
6. Чем отличается микростроение древесины лиственных пород от хвойных?