

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
«Кузбасский государственный технический университет  
имени Т. Ф. Горбачева»

Кафедра металлорежущих станков и инструментов

## **ДРЕВЕСНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

Методические указания к лабораторной работе  
по дисциплине «**Материаловедение**»  
для обучающихся специальности  
21.05.04 Горное дело

Утверждены на заседании кафедры  
Протокол № 11 от 27.05.2020  
Рекомендованы к печати  
учебно-методической комиссией  
специальности 21.05.04  
Протокол № 12 от 27.05.2020  
Электронная копия находится  
в библиотеке КузГТУ

Кемерово 2020

## **1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ**

- ознакомление с макроскопическим и микроскопическим строением древесины;
- изучение физико-механических и технологических свойств древесины;
- усвоение общих принципов испытаний древесины;
- ознакомление с видами дефектов (пороков) древесных материалов;
- испытание образцов на прочность.

## **2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Древесина, как материал, имеет огромное значение во многих отраслях промышленности. Большое значение древесина приобретает в настоящее время в связи с разработкой новых видов материалов, в которых устранены основные недостатки древесины – анизотропность и формоизменяемость. Такие материалы, как слоистая древесина, клееная фанера, древесно-слоистые пластики, древесно-волоконистые и древесно-стружечные плиты проникают сейчас во все отрасли промышленности и иногда заменяют металл. Область применения древесины значительно возросла с появлением новых видов клеев и синтетических смол.

По породам древесина объединяется в две группы: древесина хвойных пород и древесина лиственных пород. К первой группе относятся следующие породы: сосна, ель, пихта, лиственница и кедр. Вторая группа включает следующие породы: береза, осина, бук, дуб, вяз, граб, ильм, клен, липа, ольха, ясень. Каждая из перечисленных пород имеет свои особенности по структуре, по физико-механическим свойствам и по условиям произрастания.

## **3. СТРОЕНИЕ ДЕРЕВА И ДРЕВЕСИНЫ**

### **3.1. Строение дерева**

Растущее дерево состоит из кроны, ствола и корней. При жизни дерева каждая из этих частей выполняет свои определенные функции и имеет различное промышленное применение.

**Крона** состоит из ветвей и листьев (или хвои). Промышленное использование кроны невелико. Из листьев (хвои) получают лекарственные препараты, из ветвей – технологическую щепу для производства тарного картона и древесно-волоконистых плит.

**Ствол** растущего дерева дает основную массу древесины (от 50 до 90 % объема всего дерева) и имеет главное промышленное значение. Верхняя тонкая часть ствола называется вершиной, нижняя толстая часть – комлем. На поперечном разрезе ствола можно видеть сердцевину, кору и древесину с ее годичными слоями.

Серцевина – узкая центральная часть ствола, представляющая рыхлую ткань. На торцовом разрезе имеет вид темного пятнышка диаметром 2–5 мм. На радиальном разрезе сердцевина видна в виде прямой или извилистой темной узкой полоски.

Кора покрывает дерево сплошным кольцом и состоит из внешнего коркового слоя и внутреннего слоя – луба, который проводит воду с органическими веществами, выработанными в листьях, вниз по стволу.

Кора используется для дубления кож, изготовления теплоизоляционных и строительных плит. Из луба коры делают мочало, рогожи, веревки и др. Из коры добывают химические вещества, применяемые в медицине. Между корой и древесиной располагается очень тонкий, сочный, не видимый невооруженным глазом слой камбий, состоящий из живых клеток.

**Корни** проводят воду с растворенными в ней минеральными веществами вверх по стволу. Корни используются как второсортное топливо. Пни и крупные корни сосны служат сырьем для получения канифоли и скипидара.

**Главные разрезы ствола.** Разрез, проходящий перпендикулярно оси ствола, образует торцовую плоскость, проходящий через сердцевину ствола – радиальную, а на некотором расстоянии от нее – тангенциальную плоскость. Древесина на указанных разрезах имеет различный вид и неодинаковые свойства.

### 3.2. Макроскопическое строение древесины

**Заболонь, ядро.** Породы древесины, имеющие ядро, называют ядровыми. Остальные породы, у которых нет различия между центральной и периферической частью ствола ни по

цвету, ни по содержанию воды, называют заболонными (безъядровыми).

Из древесных пород ядро имеют: хвойные – сосна, лиственница, кедр; лиственные – дуб, ясень, ильм, тополь. К заболонным породам относятся лиственные: береза, клен, граб, самшит.

Однако у некоторых безъядровых пород (береза, бук, осина) наблюдается потемнение центральной части ствола. В этом случае темная центральная зона называется ложным ядром.

**Годичные слои.** На поперечном разрезе видны концентрические слои, расположенные вокруг сердцевины. Эти образования представляют собой ежегодный прирост древесины. Называются они годичными слоями. Годичные слои нарастают ежегодно от центра к периферии, и самым молодым слоем является наружный. По числу годичных слоев на торцовом разрезе на комле можно определить возраст дерева.

**Сердцевинные лучи.** На поперечном разрезе некоторых пород хорошо видны невооруженным глазом светлые, направленные от сердцевины к коре линии – сердцевинные лучи. В растущем дереве сердцевинные лучи служат для проведения воды в горизонтальном направлении и для хранения запасных питательных веществ.

**Сосуды.** На поперечном (торцовом) разрезе лиственных пород видны отверстия, представляющие сечения сосудов – трубок, каналов разной величины, предназначенных для проведения воды. Объем сосудов в зависимости от породы колеблется в пределах от 7 до 43 %.

**Смоляные ходы.** Характерная особенность строения древесины хвойных пород – смоляные ходы. Различают смоляные ходы вертикальные и горизонтальные. Горизонтальные проходят по сердцевинным лучам. Вертикальные смоляные ходы – тонкие узкие каналы, заполненные смолой. Смоляные ходы занимают небольшой объем древесины ствола (0,2–0,7 %) и поэтому не оказывают существенного влияния на свойства древесины.

### 3.3. Микроскопическое строение древесины

Строение древесины, видимое в микроскоп, называется микроструктурой. Древесина состоит из мельчайших частичек –

клеток, преимущественно (до 98 %) мертвых. Растительная клетка имеет тончайшую прозрачную оболочку, внутри которой находится протопласт, состоящий из цитоплазмы и ядра. По мере развития, в зависимости от функций, которые призвана выполнять та или иная клетка, размеры, состав и строение ее оболочки существенно изменяются. Наиболее частым видом изменения клеточных оболочек является их одревеснение и опробкование.

В процессе роста клеточные оболочки утолщаются, при этом остаются неутолщенные места, называемые порами. Пory служат для проведения воды с растворенными питательными веществами из одной клетки в другую.

**Виды клеток древесины.** Клетки, составляющие древесину, разнообразны по форме и величине. Различают два основных вида клеток: клетки, имеющие длину волокон 0,5–3 мм, 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 служат для отложения запасных питательных веществ.

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.

**Ткани 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.

Проводящие или сосудистые ткани состоят из вытянутых тонкостенных клеток с широкими внутренними просветами. Клетки соединяются друг с другом, создавая сосуды – трубки, через которые влага, впитанная корнями, проходит к листьям.

Механические (опорные) ткани состоят из длинных толсто-стенных клеток с малыми внутренними просветами. Эти ткани способны сопротивляться механическим воздействиям. Механическая ткань самая прочная и наиболее устойчивая. Чем больше этой ткани, тем древесина плотнее, тверже, прочнее. Механические ткани называют либриформом.

Покровные ткани находятся в коре и выполняют защитную роль.

Особенности микроскопического строения древесины лиственных и хвойных пород обуславливают различие их свойств. Волокна у древесины хвойных пород прямолинейны. Поэтому у хвойных пород более высокие показатели прочности при одинаковой плотности. Древесина лиственных пород имеет некоторую извилистость волокон, вследствие чего у нее более высокие показатели ударной вязкости и более высокая прочность при скалывании вдоль волокон. Древесина лиственных пород лучше гнется, так как в древесине расположены сосуды, которые дают возможность древесине уплотняться без разрушения.

#### **4. ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСИНЫ**

Физическими свойствами древесины называются такие свойства, которые определяют без нарушения целостности испытуемого образца и изменения его химического состава, т. е. выявляют путем осмотра, взвешивания, измерения, высушивания.

К физическим свойствам древесины относятся: внешний вид и запах, плотность, влажность и связанные с ней изменения – усушка, разбухание, растрескивание и коробление. К физическим свойствам древесины относится также ее электро-, звуко- и теплопроводность, показатели макроструктуры.

##### **4.1. Свойства, определяющие внешний вид древесины**

Внешний вид древесины определяется ее цветом, блеском, текстурой и макроструктурой.

**Цвет.** Цвет древесине придают находящиеся в ней дубильные, смолистые и красящие вещества, которые находятся в полостях клеток. Древесина пород, произрастающих в различных

климатических условиях, имеет различный цвет. На окраску древесины оказывает влияние также возраст дерева. У молодых деревьев древесина обычно светлее, чем у старых.

Цвет древесины имеет важное значение в производстве мебели, музыкальных инструментов, столярных и художественных изделий.

**Блеск** – это способность направленно отражать световой поток. Блеск древесины зависит от ее плотности, количества, размеров и расположения сердцевинных лучей. Блеск придает древесине красивый вид и может быть усилен полированием, лакированием, вощением или оклеиванием прозрачными пленками из искусственных смол.

**Текстура** – рисунок, который получается на разрезах древесины при перерезании ее волокон, годовичных слоев и сердцевинных лучей. Текстура зависит от особенностей анатомического строения отдельных пород древесины и направления разреза. Текстура определяет декоративную ценность древесины, что особенно важно при изготовлении художественной мебели, при украшении музыкальных инструментов и др.

**Запах** древесины зависит от находящихся в ней смол, эфирных масел, дубильных и других веществ. Большое значение имеет запах древесины при изготовлении тары. В свежесрубленном состоянии древесина имеет более сильный запах, чем после высыхания.

#### **4.2. Влажность древесины и свойства, связанные с ее изменением**

**Влажность.** Под влажностью древесины понимают отношение количества удаленной влаги к массе древесины в абсолютно сухом состоянии. Влажность древесины выражают в процентах.

Абсолютно сухую древесину в небольших образцах можно получить путем высушивания ее в специальных шкафах. В природе и на производстве древесина всегда содержит в себе то или иное количество влаги.

Влага в древесине пропитывает клеточные оболочки и заполняет полости клеток и межклеточные пространства. Влага, пропитывающая клеточные оболочки, называется связанной или

гигроскопической. Влага, заполняющая полости клеток и межклеточные пространства, называется свободной, или капиллярной. При высыхании древесины сначала из нее испаряется свободная влага, а затем гигроскопическая. Общее количество влаги в древесине складывается из свободной и связанной влаги.

Состояние древесины, при котором клеточные оболочки содержат максимальное количество связанной влаги, а в полостях клеток находится только воздух, называется пределом гигроскопичности. Таким образом, влажность, соответствующая пределу гигроскопичности, при комнатной температуре (20 °С) составляет 30 % и практически не зависит от породы.

При изменении гигроскопической влажности размеры и свойства древесины резко изменяются.

Различают следующие степени влажности древесины: мокрая – длительное время находившаяся в воде, влажность выше 100 %; свежесрубленная – влажность 50–100 %; воздушно-сухая – долгое время хранившаяся на воздухе, влажность 15–20 % (в зависимости от климатических условий и времени года); комнатно-сухая – влажность 8–12 % и абсолютно сухая – влажность 0 %.

Для определения влажности древесины пользуются весовым и электрическим методами. Влажность древесины  $W$ , определенную весовым методом, вычисляют в процентах по формуле

$$W = \left[ \frac{m_1 - m_2}{m_2} \right] \cdot 100\%, \quad (1)$$

где  $m_1$ , – масса образца древесины до высушивания, г;  $m_2$  – масса того же образца в абсолютно сухом состоянии, г.

Преимущество весового метода – точное определение влажности древесины при любом количестве влаги. Недостаток – продолжительность высушивания образцов (12–24 ч).

При электрическом методе влажность древесины определяют электровлагомером. Действие этого прибора основано на измерении электропроводности древесины в зависимости от изменения ее влажности. Преимущество электрического метода – быстрота определения и возможность проверки влажности дре-

весины любого размера. Недостатки – определение влажности только в месте соприкосновения древесины с датчиком; невысокая точность.

**Усушка.** Усушкой называется уменьшение линейных размеров и объема древесины при высыхании. Усушка начинается после полного удаления свободной влаги и с начала удаления связанной влаги. Усушка, которая происходит при удалении всей связанной влаги, называется полной. Уменьшение объема древесины при испарении связанной влаги называется объемной усушкой.

При распиловке бревен на доски предусматривают припуски на усушку с тем, чтобы после высыхания пиломатериалы и заготовки имели заданные размеры. По величине коэффициента объемной усушки наши древесные породы можно разделить на три группы:

- малоусыхающие (коэффициент объемной усушки не более 0,40 %) – ель сибирская и обыкновенная, пихта сибирская, кедр сибирский и корейский, тополь белый;

- среднеусыхающие (коэффициент объемной усушки от 0,40 до 0,47 %) – бук восточный, вяз, дуб, липа мелколистная, ольха черная, осина, пихта белокорая, кавказская и маньчжурская, тополь черный, ясень;

- сильноусыхающие (коэффициент объемной усушки 0,47 % и более) – березы плакучая и белая, бук восточный, граб, лиственница, клен остролистный.

**Внутренние напряжения, коробление.** Напряжения, которые возникают без участия внешних сил, называют внутренними. Причина образования напряжений при сушке древесины – неравномерность распределения влаги. Вначале испаряется влага с поверхностных слоев древесины. Однако из-за сопротивления более влажных внутренних слоев поверхностные слои усохнут не полностью. В результате этого в древесине появляются напряжения, растягивающие ее в поверхностных зонах и сжимающие во внутренних.

Внутренние напряжения сохраняются в высушенном материале и служат причиной изменения размеров и формы деталей при механической обработке древесины. Сохранившиеся после окончания сушки остаточные напряжения можно снять путем до-

полнительной обработки пиломатериалов (увлажнением поверхности паром или водой).

При высыхании или увлажнении древесины изменяется форма поперечного сечения доски. Такое изменение формы называется короблением. Чем ближе доска расположена к сердцевине, тем больше ее коробление. Правильная укладка, сушка и хранение пиломатериалов исключают появление коробления.

**Разбуханием** называется увеличение линейных размеров и объема древесины при повышении содержания связанной влаги. Это происходит при увлажнении древесины и представляет собой явление, обратное усушке.

Так же как и усушка, разбухание – отрицательное свойство древесины. Однако в некоторых случаях оно играет положительную роль: обеспечивает плотность соединений в бочках, лодках, деревянных трубах и т. п.

**Водопоглощение** – способность древесины благодаря пористому строению поглощать капельно-жидкую влагу. Водопоглощение происходит при непосредственном контакте древесины с водой.

Водопоглощение зависит от породы, начальной влажности, температуры, формы и размеров древесины. У пород с меньшей плотностью водопоглощение больше, так как больше объем полостей, которые могут быть заполнены свободной влагой.

### 4.3. Плотность древесины

В древесине имеются пустоты (полости клеток, межклеточные пространства), и если удалось бы спрессовать древесину, чтобы все пустоты исчезли, то получили бы сплошное древесинное вещество. Плотность древесины вследствие пористого строения меньше, чем плотность древесинного вещества.

Плотность древесины зависит от влажности, и для сравнения значения плотности всегда приводят к единой влажности (12 %). С увеличением влажности плотность древесины увеличивается.

Между плотностью и прочностью древесины существует тесная связь. Более тяжелая древесина, как правило, является более прочной. Плотность определяется количеством древесинного вещества в единице объема.

По плотности при влажности 12 % древесину можно разделить на три группы:

- породы с малой плотностью ( $510 \text{ кг/м}^3$  и менее): сосна, ель, пихта, кедр, тополь, липа, ива, ольха;

- породы средней плотности ( $550\text{--}740 \text{ кг/м}^3$ ): лиственница, тис, береза, бук, вяз, груша, дуб, ильм, клен, платан, рябина, яблоня, ясень;

- породы с высокой плотностью ( $750 \text{ кг/м}^3$  и выше): акация белая, береза железная, граб, самшит, саксаул, фисташка.

Плотность древесины имеет большое практическое значение. Древесину с высокой плотностью (самшит, граб, бук, клен, груша) особенно ценят на производстве за ее прочность и хорошую обрабатываемость.

#### **4.4. Теплопроводность, звукопроводность, электропроводность древесины**

**Теплопроводностью** древесины называется ее способность проводить тепло через свою толщину от одной поверхности к другой. Теплопроводность сухой древесины незначительна, что объясняется пористостью ее строения. Межклеточные и внутриклеточные пространства в ней заполнены воздухом, который является плохим проводником тепла. Благодаря низкой теплопроводности древесина получила широкое распространение как стеновой материал, а также как материал для изготовления ручек утюгов, чайников и т. п.

Плотная древесина проводит тепло несколько лучше рыхлой. Влажность древесины повышает ее теплопроводность, так как вода по сравнению с воздухом является лучшим проводником тепла. Кроме того, теплопроводность зависит от плотности древесины, направления ее волокон и породы. Например, теплопроводность древесины вдоль волокон примерно вдвое больше, чем поперек.

**Звукопроводностью** называется свойство материала проводить звук; она характеризуется скоростью распространения звука в материале. В древесине быстрее всего звук распространяется вдоль волокон. Это отрицательное свойство древесины тре-

бует при устройстве деревянных перегородок, полов и потолков применения звукоизолирующих материалов. Звукопроводность древесины и ее способность резонировать (усиливать звук без искажения тона) широко используются при изготовлении музыкальных инструментов. Повышенная влажность древесины понижает ее звукопроводность.

**Электропроводность** древесины характеризуется ее сопротивлением прохождению электрического тока. Электропроводность древесины зависит от породы, температуры, направления волокон и от влажности. Электропроводность сухой древесины незначительна. Это позволяет применять ее в качестве изоляционного материала. Электрическое сопротивление древесины вдоль волокон меньше в несколько раз, чем поперек волокон. Повышение температуры древесины приводит к уменьшению ее сопротивления примерно в 2 раза.

## **5. МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСИНЫ**

### **5.1. Общие понятия о механических свойствах и испытаниях древесины**

Механические свойства характеризуют способность древесины сопротивляться воздействию внешних сил (нагрузок). По характеру действия сил различают нагрузки статические, динамические, вибрационные и долговременные. Статическими называют нагрузки, возрастающие медленно и плавно. Динамические или ударные нагрузки действуют на тело мгновенно и в полную силу. Вибрационными называют нагрузки, у которых меняются и величина, и направление. Долговременные нагрузки действуют в течение очень продолжительного времени.

Под воздействием внешних сил в древесине нарушается связь между отдельными ее частицами и изменяется форма. Из-за сопротивления древесины внешним нагрузкам в ней возникают внутренние силы; если эти силы отнести к единице площади сечения, то получим напряжение.

**Деформацией** называется изменение формы и размеров древесины под действием внешних сил. Деформации, исчезаю-

щие после прекращения действия силы, называются упругими, а сохраняющиеся после снятия нагрузки – остаточными.

К механическим свойствам древесины относятся прочность, твердость, деформативность, ударная вязкость.

## 5.2. Прочность древесины

**Прочностью** называется способность материала сопротивляться разрушению под действием напряжений, возникающих под действием нагрузки или других факторов. Прочность древесины зависит от направления действующей нагрузки, породы дерева, плотности, влажности, наличия пороков.

В соответствии с действиями механических сил различают прочность древесины на растяжение, сжатие, изгиб, скалывание.

**Предел прочности при растяжении.** Средняя величина предела прочности при растяжении вдоль волокон для всех пород составляет  $1300 \text{ кгс/см}^2$ . На прочность при растяжении вдоль волокон оказывает большое влияние строение древесины.

Прочность древесины при растяжении поперек волокон очень мала и в среднем составляет  $1/20$  часть от предела прочности при растяжении вдоль волокон, т. е.  $65 \text{ кгс/см}^2$ . Поэтому древесина почти не применяется в деталях, работающих на растяжение поперек волокон.

**Предел прочности при сжатии.** Различают сжатие вдоль и поперек волокон. При сжатии вдоль волокон деформация выражается в небольшом укорочении образца. Разрушение при сжатии начинается с продольного изгиба отдельных волокон, которое во влажных образцах и образцах из мягких и вязких пород проявляется как смятие торцов и выпучивание боков, а в сухих образцах и в твердой древесине вызывает сдвиг одной части образца относительно другой. Средняя величина предела прочности при сжатии вдоль волокон для всех пород составляет  $500 \text{ кгс/см}^2$ . Прочность древесины при сжатии поперек волокон ниже, чем вдоль волокон примерно в 8 раз.

**Предел прочности при статическом изгибе.** При изгибе, особенно при сосредоточенных нагрузках, верхние слои древесины испытывают напряжения сжатия, а нижние – растяжения вдоль волокон. Примерно посередине высоты элемента проходит

плоскость, в которой нет ни напряжения сжатия, ни напряжения растяжения. Эту плоскость называют нейтральной; в ней возникают максимальные касательные напряжения. Предел прочности при сжатии меньше, чем при растяжении, поэтому разрушение начинается в сжатой зоне.

Видимое разрушение начинается в растянутой зоне и выражается в разрыве крайних волокон.

Предел прочности древесины зависит от породы и влажности. В среднем для всех пород прочность при изгибе составляет  $1000 \text{ кгс/см}^2$ , т. е. в 2 раза больше предела прочности при сжатии вдоль волокон.

**Прочность древесины при сдвиге.** Внешние силы, вызывающие перемещение одной части детали по отношению к другой, называют сдвигом. Различают три случая сдвига: скалывание вдоль волокон, скалывание поперек волокон и перерезание.

Прочность при скалывании вдоль волокон составляет  $1/5$  часть от прочности при сжатии вдоль волокон.

Предел прочности при скалывании поперек волокон примерно в 2 раза меньше предела прочности при скалывании вдоль волокон. Прочность древесины при перерезании поперек волокон в 4 раза выше прочности при скалывании вдоль волокон.

### **5.3. Твердость, деформативность и ударная вязкость древесины**

**Твердость.** Твердостью называется способность древесины сопротивляться проникновению в нее твердых тел.

По степени твердости все древесные породы можно разделить на три группы:

- мягкие (торцовая твердость  $385 \text{ кгс/см}^2$  и менее) – сосна, ель, кедр, пихта, тополь, липа, осина, ольха;
- твердые (торцовая твердость от  $386$  до  $825 \text{ кгс/см}^2$ ) – лиственница сибирская, береза, бук, вяз, ильм, клен, яблоня, ясень;
- очень твердые (торцовая твердость более  $825 \text{ кгс/см}^2$ ) – акация белая, береза железная, граб, самшит.

Твердость древесины имеет существенное значение при обработке ее режущими инструментами: фрезеровании, пилении,

а также в тех случаях, когда она подвергается истиранию при устройстве полов, лестниц, перил.

**Деформативность.** Деформативностью называется способность древесины изменять свои размеры и форму при воздействии усилий. Показателями деформативности служат модули упругости, коэффициенты поперечной деформации, модули сдвига древесины. В условиях непродолжительного воздействия нагрузок древесина ведет себя как упругое тело. Способность древесины деформироваться характеризует ее жесткость.

Величины модулей упругости при сжатии, растяжении вдоль волокон, а также при изгибе с нагружением в двух точках практически не различаются. Для древесины разных пород модуль упругости колеблется в пределах 100–150 тыс. кгс/см<sup>2</sup>. Модуль упругости при растяжении и сжатии поперек волокон значительно меньше модулей при сжатии и растяжении вдоль волокон: для лиственных пород в 20 раз, а для хвойных – в 25 раз.

**Ударная вязкость.** Ударная вязкость, характеризующая способность древесины поглощать работу при ударе без разрушения, определяется при испытаниях на изгиб. Чем больше величина работы, потребной для излома образца древесины, тем выше его вязкость. Если древесина хрупкая, то для разрушения образца необходимо затратить меньшую величину работы.

Древесина лиственных пород в среднем имеет ударную вязкость в 2 раза (мягкие в 1,5 раза, твердые в 2,5 раза) большую, чем у хвойных пород.

#### 5.4. Технологические свойства древесины

**Способность древесины удерживать металлические крепления.** При вбивании гвоздя в древесину перпендикулярно волокнам они частично перерезаются, частично изгибаются, раздвигаются и оказывают на боковую поверхность гвоздя давление, которое вызывает трение, удерживающее гвоздь в древесине.

При испытании древесины определяют усилие, необходимое для выдергивания гвоздя или шурупа данных размеров. Величина сопротивления выдергиванию зависит от направления по отношению к волокнам, породы древесины и плотности. Чем

больше плотность древесины, тем выше сопротивление выдергиванию гвоздя или шурупа.

Удельное сопротивление древесины выдергиванию гвоздей и шурупов определяют в соответствии с ГОСТ 13395.

**Износостойкость древесины.** Износостойкость древесины характеризуется ее способностью противостоять износу, т. е. разрушению в процессе трения. Метод испытания (ГОСТ 14347) создает условия, подобные реальным условиям истирания полов и настилов. Для этих испытаний используют специальную машину, которая обеспечивает истирание древесины при возвратно-поступательном движении образца с одновременным его поворотом.

Износ древесины с боковой поверхности больше, чем с торцевой. Износ уменьшается с повышением твердости и плотности древесины. Влажная древесина более подвержена износу.

**Сопротивление древесины раскалыванию.** Раскалываемостью называют способность древесины под действием клина разделяться на части вдоль волокон. Раскалывание древесины по действию силы и характеру разрушения напоминает растяжение поперек волокон и объясняется малым сцеплением волокон по длине ствола. Это свойство древесины имеет практическое значение, так как ряд сортиментов древесины заготавливают путем раскалывания (клепка, обод, спицы, дрань).

В настоящее время испытания на раскалывание теряют свое значение, так как большая часть колотых сортиментов заменяется пилеными.

## **6. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ИСПЫТАНИЙ ДРЕВЕСИНЫ**

Так как древесине присуща неоднородность строения, показатели ее свойств определяют на двух уровнях: на малых чистых образцах, свободных от пороков, и на образцах, соизмеримых с элементами конструкций и содержащих пороки. Испытания на малых образцах выполняют для сопоставления пород, изучения влияния различных технологических факторов (температуры, влажности, ионизирующих излучений и т. д.) на показатели физико-химических свойств древесины. Испытания на образцах натуральных размеров необходимы для контроля соответствия

показателей пиломатериалов техническим условиям. Без результатов таких испытаний невозможно обеспечить эффективное использование массивной древесины в строительстве, они нужны для проектирования деревянных конструкций и создания автоматизированных средств неразрушающего контроля качества пиломатериалов.

Чтобы обеспечить сопоставимость результатов измерений, испытания должны проводиться по общей методике в соответствии с требованиями ГОСТов на методы испытания малых чистых образцов древесины, пиломатериалов и заготовок, регламентирующих форму и размеры образцов, правила их отбора и подготовки, процедуру испытания и последовательность обработки данных.

**Форма и размеры образцов.** Для характеристики свойств древесины как однородного материала, без пороков, для испытаний выбирают образцы небольшого сечения, чтобы избежать влияния кривизны годичных слоев. В то же время образцы должны включать в себя достаточное число характерных для испытываемой породы анатомических элементов (не меньше 4 или 5 годичных слоев). Поэтому испытания проводят на образцах поперечным сечением 20×20 мм (рис. 1).

**Отбор и подготовка образцов.** Образцы для определения показателей свойств чистой древесины круглых лесоматериалов, пиломатериалов и заготовок отбирают в соответствии с техническими условиями или другой документацией, утвержденной в установленном порядке.

Из отобранных единиц выборки (деревьев, кряжей, пиломатериалов и т. д.) вырезают заготовки, размеры которых позволяют изготовить образцы нужной формы. Если заготовка для образцов окажется непригодной, берут другую из этой единицы отбора. Образцы из высушенных заготовок кондиционируют при температуре  $20\pm 2$  °С и относительной влажности воздуха  $65\pm 5$  % до достижения нормализованной влажности.

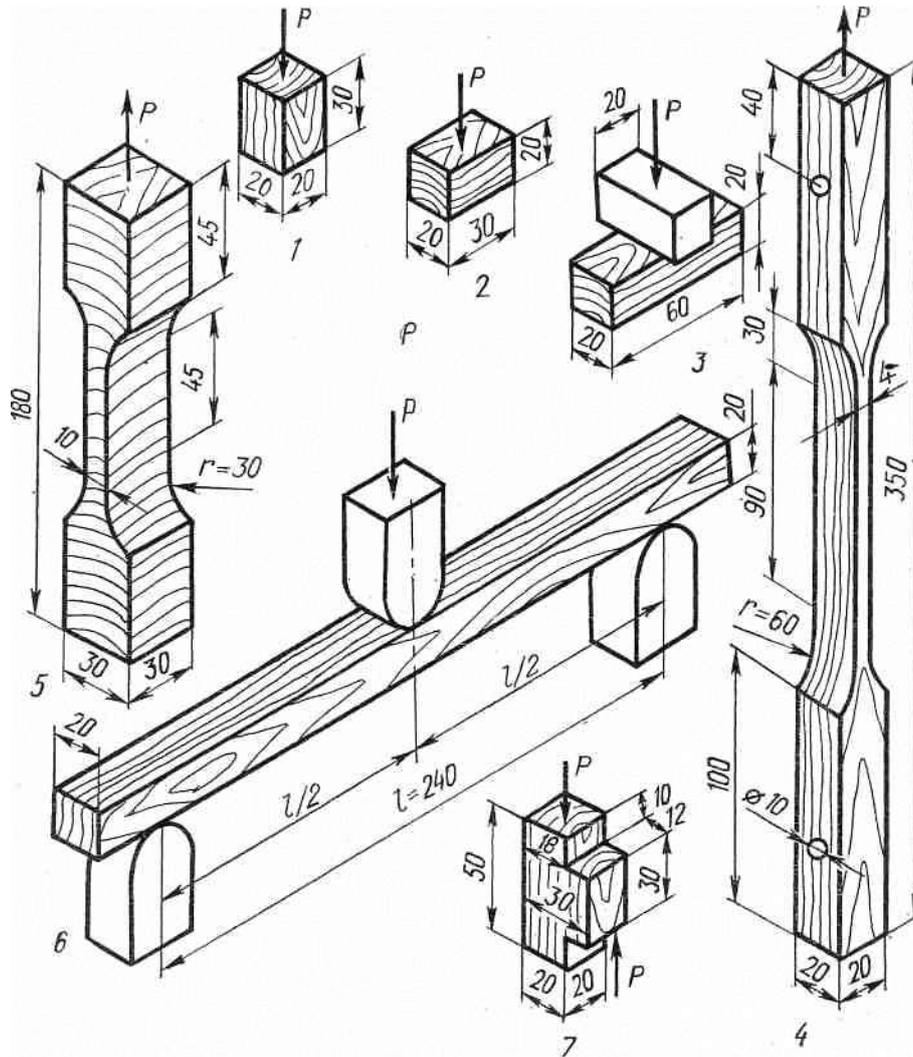


Рис. 1. Образцы и схемы основных испытаний древесины на прочность:

- 1 – сжатие вдоль волокон; 2 – сжатие поперек волокон;
- 3 – местное смятие поперек волокон; 4 – растяжение вдоль волокон;
- 5 – растяжение поперек волокон (радиальное);
- 6 – статический изгиб; 7 – скалывание вдоль волокон (тангенциальное)

**Общие требования к проведению испытаний.** При испытаниях температура в помещении должна быть  $20 \pm 2$  °С, влажность воздуха  $65 \pm 5$  %. Перед испытаниями в помещении с другой температурой и влажностью воздуха необходимо проводить кондиционирование или хранить образцы в герметичной упаковке. После испытаний определяют влажность и при необходимости плотность образцов. Рекомендуется определять влажность на пробах, вырезанных из испытанных образцов.

## 7. ПОРОКИ ДРЕВЕСИНЫ

Пороки древесины возникают в процессе роста дерева или в древесине при нарушении технологии ее хранения и переработки, могут появляться при неправильной эксплуатации деревянных изделий и сооружений.

Номенклатура пороков разделена на девять групп: 1) сучки; 2) трещины; 3) пороки формы ствола; 4) пороки строения древесины; 5) химические окраски; 6) грибные поражения; 7) биологические повреждения; 8) инородные включения, механические повреждения и пороки обработки; 9) покоробленность. В каждую группу входит несколько видов пороков, некоторые из которых подразделены на разновидности.

### 7.1. Сучки

Сучок – основание ветви, заключенное в древесине ствола.

Виды сучков в круглых лесоматериалах: по степени зарастания – открытый (выходит на боковую поверхность сортимента) и заросший (обнаруживается по вздутиям и другим следам зарастания на боковой поверхности сортимента).

Открытые сучки в пиломатериалах и шпоне делятся по форме разреза на поверхности на несколько основных разновидностей (рис. 2).

Сучки часто ухудшают внешний вид древесины, нарушают однородность строения, а иногда и ее целостность, вызывают искривления волокон и годичных слоев, затрудняют механическую обработку. Сучки, особенно ребровые, продолговатые, сшивные и групповые, снижают прочность пилопродукции и деталей при растяжении вдоль волокон и изгибе. При поперечном сжатии и продольном скалывании сучки повышают прочность древесины.

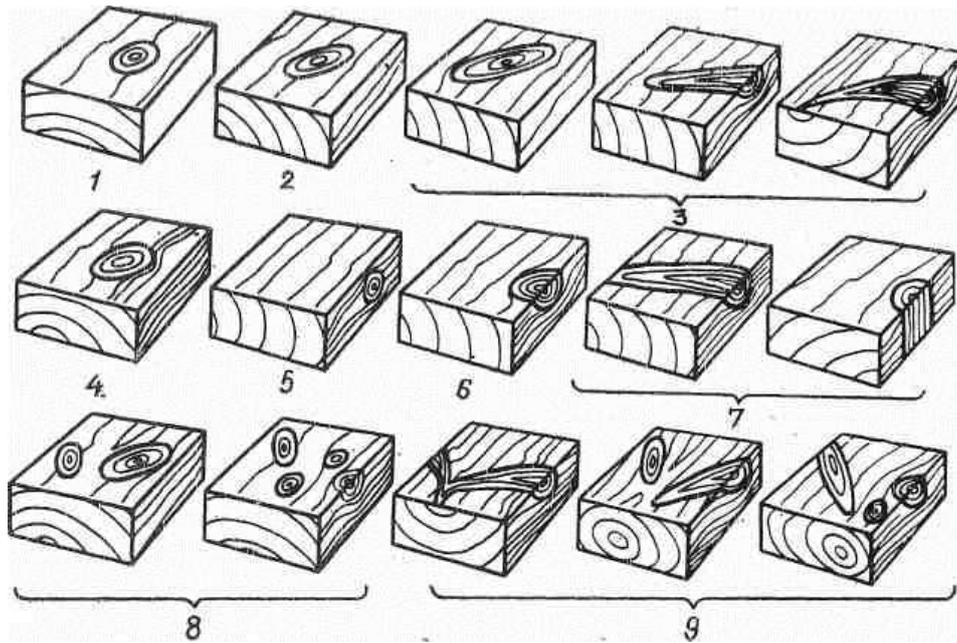


Рис. 2. Основные разновидности сучков:  
1 – круглый; 2 – овальный; 3 – продолговатые;  
4 – пластевой; 5 – кромочный; 6 – ребровой;  
7 – сшивные; 8 – групповые; 9 – разветвленные

## 7.2. Трещины

Трещина – нарушение целостности древесины, вызванное внутренними напряжениями. Основные типы трещин представлены на рис. 3.

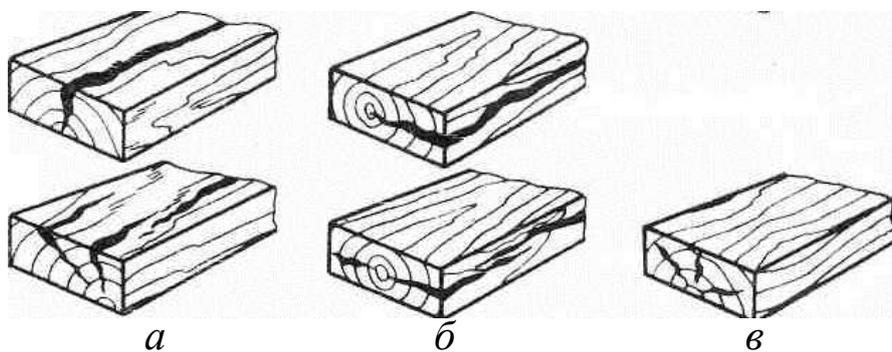


Рис. 3. Основные разновидности трещин:  
*а* – пластевые; *б* – кромочные; *в* – торцовые

Трещины, особенно сквозные, нарушают целостность лесоматериалов и в некоторых случаях снижают их механическую прочность.

### 7.3. Пороки формы ствола

Различают следующие пороки формы ствола: сбежистость, закомелистость (рис. 4, 1), овальность, нарост (рис. 4, 2), кривизну.

Данные пороки затрудняют использование круглых лесоматериалов по назначению, увеличивают количество отходов при распиловке и лущении круглых лесоматериалов и раскрое пилопродукции.

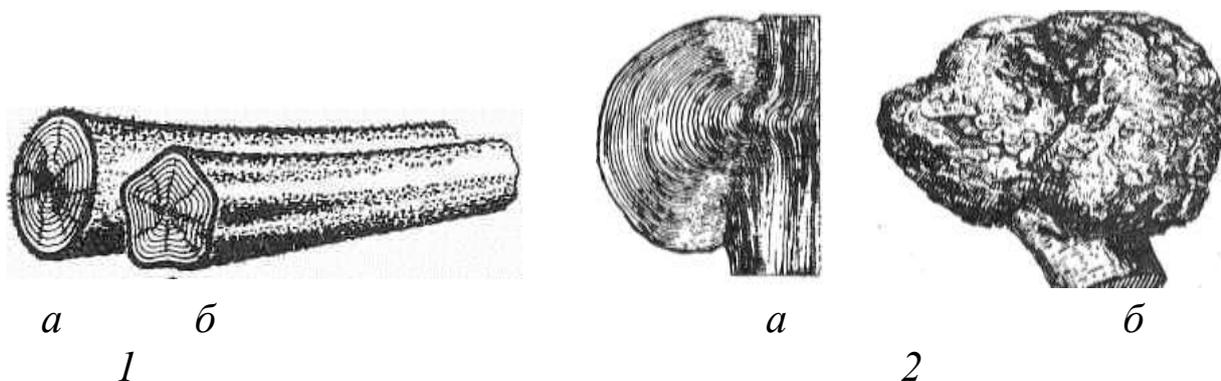


Рис. 4. Некоторые пороки формы ствола:  
1 – закомелистость: *a* – округлая; *б* – ребристая;  
2 – наросты: *a* – гладкий нарост на сосне;  
*б* – бугристый нарост (кап) на карельской березе

### 7.4. Пороки строения древесины

Основные пороки строения древесины включают: наклон волокон, свилеватость, завиток, кармашек, сердцевину, сухобокость, засмолок, ложное ядро и др.

**Наклон волокон** – отклонение направления волокон от продольной оси лесоматериала. Встречается у всех пород, очень распространенное природное явление.

Наклон волокон увеличивает прочность древесины при раскалывании, но затрудняет ее механическую обработку, снижает способность к гнущю, уменьшает прочность пиломатериалов и деталей на растяжение вдоль волокон и изгиб.

**Свилеватость** – извилистое или беспорядочное расположение волокон древесины. Встречается у всех древесных пород, преимущественно лиственных.

Свилеватость снижает прочность древесины на растяжение, сжатие и изгиб, но повышает прочность при скалывании, сопротивление раскалыванию и увеличивает ударную вязкость, затрудняет механическую обработку древесины.

**Завиток** (рис. 5, *а*) – местное искривление годовичных слоев около сучков. Завиток снижает прочность древесины на сжатие и растяжение вдоль волокон и статический изгиб, а также ударную вязкость при изгибе преимущественно мелких сортиментов.

**Кармашек** (рис. 5, *б*) – полость (кармашек) внутри или между годовичными слоями, заполненная смолой. Вытекающая из кармашков смола портит поверхность изделий и усложняет их лицевую отделку и облицовывание. В мелких деталях кармашки могут снижать прочность древесины.

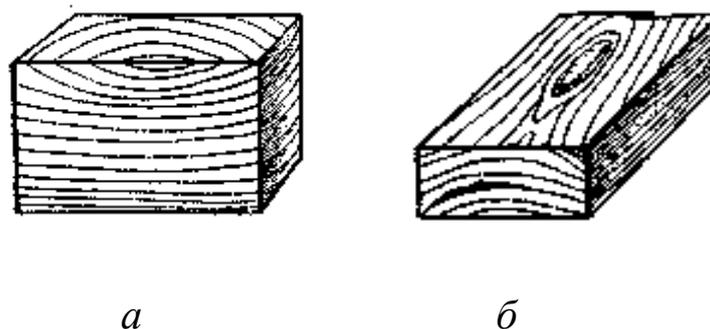


Рис. 5. Некоторые пороки строения древесины:

*а* – завиток, *б* – кармашки

**Сердцевина** – узкая центральная часть ствола, состоящая из рыхлой ткани бурого или более светлого, чем у окружающей древесины, цвета. В пиломатериалах присутствие сердцевины нежелательно из-за многочисленных заросших сучков вокруг нее. Сортименты с сердцевиной, как правило, растрескиваются.

**Сухобокость** – участок поверхности ствола, омертвевший в процессе роста дерева в результате повреждений коры растущего дерева. Сухобокость искажает правильность формы круглых лесоматериалов, вызывает местное искривление годовичных слоев, может уменьшить выход пиломатериалов и шпона.

**Засмолок** – участок древесины хвойных пород, обильно пропитанный смолой. Засмоленная древесина более плотная и стойкая к загниванию, обладает значительно меньшими водопроницаемостью, влаго- и водопоглощением, имеет пониженную ударную вязкость, плохо отделяется и склеивается.

**Ложное ядро** (рис. 6) – темная, неравномерно окрашенная зона, не отличающаяся по твердости от окружающей древесины. Портит внешний вид, характеризуется плохой проницаемостью, пониженной прочностью на растяжение вдоль волокон и повышенной хрупкостью.

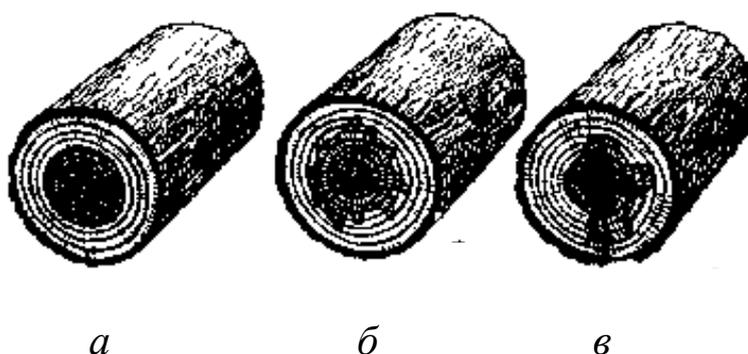


Рис. 6. Ложное ядро: *а* – округлое; *б* – звездчатое; *в* – лопастное

### 7.5. Химические окраски

Химическая окраска древесины – ненормально окрашенные равномерные по цвету участки в срубленной древесине. Делятся на продубину, дубильные потеки и желтизну. Расположены обычно в поверхностных слоях древесины (1–5 мм). При высушивании древесины химическая окраска в большей или меньшей степени выцветает.

Химические окраски изменяют цвет и блеск древесины, но остальные ее свойства остаются прежними. При интенсивной окраске ухудшается внешний вид древесины.

### 7.6. Грибные поражения

**Грибные ядровые пятна (полосы)** – ненормально окрашенные участки ядра, образующиеся в растущих деревьях всех

пород под воздействием древоокрашивающих и (или) древо-разрушающих грибов. Прочность при статической нагрузке почти не изменяется, однако ударная вязкость уменьшается (на 30–40 %). Водопоглощение и водопроницаемость становятся больше.

**Плесень** на древесине – грибница плесневых грибов на поверхности древесины в виде отдельных пятен или сплошного налета. Плесень не влияет на механические свойства древесины, но ухудшает внешний вид, способна переходить на продукты питания и изделия, разрушает животные клеи.

**Гниль** (рис. 7) – отличающиеся по цвету участки древесины без изменения твердости, образующиеся под воздействием дереворазрушающих грибов. Различают гнили по цвету и структуре поражения: пеструю ситовую, бурую трещиноватую и белую волокнистую; по типам: заболонную (твердую и мягкую), ядровую и наружную трухлявую.

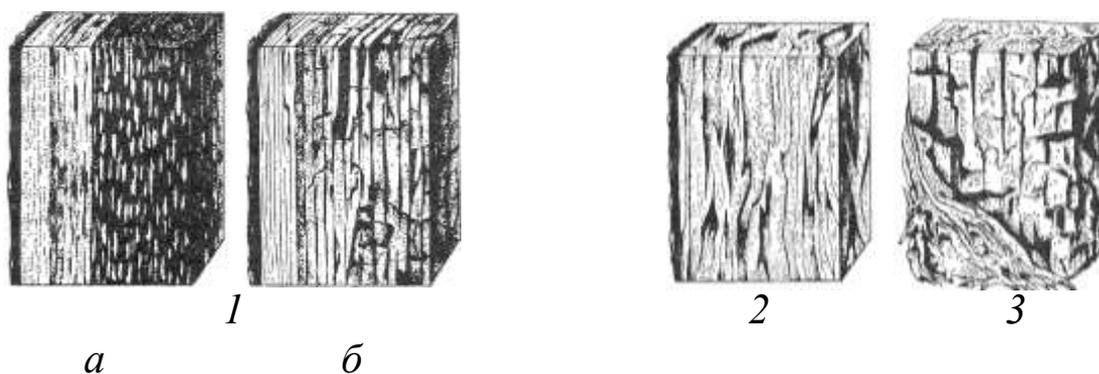


Рис. 7. Грибные поражения:

- 1 – ядровые гнили: а – пестрая ситовая; б – бурая трещиноватая;  
2 – заболонная гниль с рисунком, напоминающим мрамор;  
3 – наружная трухлявая гниль

### 7.7. Биологические повреждения

Червоточина (рис. 8) – ходы и отверстия, проделанные в древесине насекомыми, в основном их личинками. Встречается при нарушении технологии хранения в свежезаготовленных лесоматериалах, преимущественно хвойных, а также в сухостойных и ослабленных деревьях в лесу.

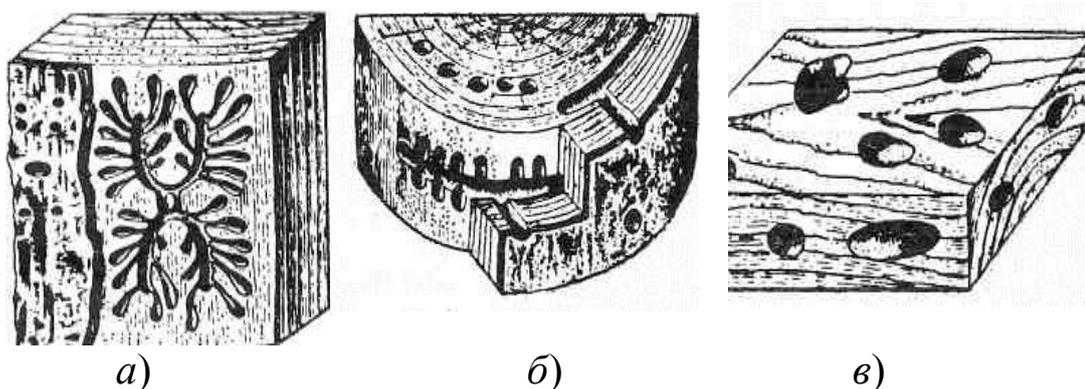


Рис. 8. Червоточина:  
*а* – поверхностная; *б* – глубокая в круглых лесоматериалах;  
*в* – глубокая в пиломатериалах

Различают червоточины по глубине: поверхностную, неглубокую и глубокую; по размеру отверстия: некрупную, крупную и сквозную (выходящую на две противоположные стороны).

Поверхностная червоточина не влияет на механические свойства древесины. Неглубокая и глубокая червоточины нарушают целостность древесины и снижают ее механические свойства.

Повреждение древесины паразитными растениями – отверстия в древесине пилопродукции или детали, сделанные присосками паразитных растений, которые нарушают целостность древесины и снижают ее механические свойства.

### **7.8. Инородные включения, механические повреждения и пороки механической обработки**

**Инородное включение** – присутствующее в лесоматериалах постороннее тело недревесного происхождения (камень, гвоздь, металлический осколок). Затрудняет обработку древесины, нередко бывает причиной повреждения режущих инструментов.

**Обугленность древесины** – обгорелые и обуглившиеся участки поверхности лесоматериалов, появившиеся в результате повреждения огнем. Затрудняет использование, увеличивает количество отходов при распиловке и раскросе пиломатериалов.

**Обдир коры** – участок поверхности круглого лесоматериала без коры. Снижает стойкость свежезаготовленных круглых лесоматериалов к грибным поражениям и растрескиванию.

**Обзол** – часть боковой поверхности бревна, сохранившаяся на обрезном пиломатериале или детали. Уменьшает фактическую ширину сортимента, затрудняет использование пиломатериалов, увеличивает количество отходов при их раскрое.

**Волнистость** поверхности древесины – неплоский пропилен или неровности на поверхности лесоматериала в виде закономерно чередующихся возвышений и впадин дугообразного профиля.

**Ворсистость** поверхности древесины – наличие на поверхности лесоматериала часто расположенных, неполностью отделенных волокон древесины.

**Задир** – частично отделенный и приподнятый над поверхностью лесоматериала участок древесины с зацепистыми краями. Сопутствует сучкам, наклону волокон, свилеватости и завиткам. Часто наблюдается в местах выхода режущего инструмента из обрабатываемого лесоматериала.

**Вмятины** на древесине – углубления на поверхности лесоматериала, образованные в результате местного смятия древесины.

**Непрофрезеровка** древесины – необработанный участок поверхности пилопродукции или детали при фрезеровании.

**Гребешок** – участок необработанной поверхности сортимента в виде узкой полосы, выступающей над обработанной поверхностью, образующийся в результате дефекта режущей кромки инструмента.

**Прошлифовка** – удаление при шлифовании части древесины ниже обрабатываемой поверхности.

**Недошлифовка** – нешлифованный участок поверхности лесоматериала при шлифовании.

**Ожог древесины** – участок поверхности древесины, потемневший в результате частичного обугливания при действии высоких температур, возникающих при повышенном трении режущих инструментов о древесину.

Волнистость, ворсистость и др. являются показателями качества обработки, определяют шероховатость поверхности, уменьшают фактические размеры материала и затрудняют отделку, склеивание и облицовывание материала. Задир, запил, заруб нарушают

целостность древесины, ухудшают внешний вид, уменьшают фактические размеры материала, при больших их размерах снижается механическая прочность материала, затрудняется его использование. Заусенец, гребешок являются показателями обработки резанием. Непрофрезеровка, недошлифовка, шлифовка ухудшают внешний вид, нарушают правильность формы сортифта, в результате чего требуется дополнительная обработка. Вмятина, ожог ухудшают внешний вид деталей и изделий.

### **7.9. Покоробленность**

**Покоробленность** – изменение формы пиломатериала при сушке или увлажнении и механической обработке в результате анизотропии усушки (разбухания), а также внутренних напряжений в древесине. Различают продольную по пласти (по длине в плоскости, перпендикулярной пласти), простую (продольную по пласти с одним изгибом), сложную (продольную по пласти с несколькими изгибами), продольную по кромке (по длине в плоскости, параллельной пласти) и поперечную покоробленности (по ширине), а также крыловатость (спиральную покоробленность по длине).

Покоробленность снижает качество лесоматериалов и изделий из древесины, затрудняет их использование, осложняет обработку и раскрой, увеличивает количество отходов.

## **8. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ**

1. Ознакомиться с теоретическими положениями.
2. Законспектировать ключевые моменты, касающиеся строения древесины, ее физико-механических свойств, методов испытаний и видов дефектов.
3. Ответить на контрольные вопросы.
4. Получить у преподавателя образцы древесины разных пород и провести их испытания на прочность по схемам, согласно рис. 1 (п. 6):
  - сжатие вдоль волокон;
  - сжатие поперек волокон;
  - местное смятие поперек волокон;
  - статический изгиб.

## 9. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Из каких частей состоит растущее дерево?
2. Опишите макроскопическое строение древесины.
3. Опишите микроскопическое строение древесины.
4. Что включают в себя физические свойства древесины?
5. Перечислите механические свойства древесины.
6. Назовите основные принципы испытаний древесины.
7. Какие виды дефектов (пороков) древесины встречаются на практике?

## 10. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

1. Изучить способы продления срока службы древесины. [2, гл. 13, с. 110]. 1 час.
2. Ознакомиться с малоизученными древесными породами и их свойствами. [3, прил. 2, с. 195]. 1 час.
3. Усвоить основные операции по обработке древесины. [4, гл. 2, с. 16]. 1 час.

## 11. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Береснев, Р. С. Распиловка бревен / Р. С. Береснев, А. А. Тихомиров. – Москва : Лесная промышленность, 1970. – 84 с.
2. Григорьев, М. А. Материаловедение для столяров и плотников. – Москва : Высшая школа, 1981. – 176 с.
3. Справочник по древесине / под ред. Б. Н. Уголева. – Москва : Лесная промышленность, 1989. – 294 с.
4. Буйвидович, Ф. В. Технология столярно-плотничных и паркетных работ. – Минск : Высшая школа, 2000. – 470 с.
5. Степанов, Б. А. Технология плотничных, столярных, стекольных и паркетных работ. – Москва : Академия, 2003, 336 с.

Составитель  
Дмитрий Борисович Шатько

## **ДРЕВЕСНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

Методические указания к лабораторной работе  
по дисциплине «**Материаловедение**»  
для обучающихся специальности  
21.05.04 Горное дело

Печатается в авторской редакции

Подписано в печать 09.07.2020. Формат 60×84/16.  
Бумага офсетная. Отпечатано на ризографе. Уч.-изд. л. 1,6.  
Тираж 30 экз. Заказ  
Кузбасский государственный технический университет  
имени Т. Ф. Горбачева. 650000, Кемерово, ул. Весенняя, 28.  
Издательский центр УИП Кузбасского государственного технического  
университета имени Т. Ф. Горбачева. 650000, Кемерово, ул. Д. Бедного, 4А.