

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тихоокеанский государственный университет»

О. Н. Калита, Г. А. Калита

**ОСНОВЫ ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЯ
И ЛЕСНОГО ТОВАРОВЕДЕНИЯ**

*Утверждено издательско-библиотечным советом университета
в качестве учебного пособия*

Хабаровск
Издательство ТОГУ
2018

УДК 674.038.3(075.8)
ББК М11я7+У341-823я7
К172

Рецензенты: кафедра воспроизводства и переработки лесных ресурсов (ФГБОУ ВО «Братский государственный университет»); В. В. Вознюк (ЗАО «РФП лесозаготовка»); кандидат технических наук, доцент С. И. Белозёрова (ФГБОУ ВО «Хабаровский государственный университет экономики и права»)

Научный редактор доктор технических наук, профессор П. Б. Рябухин

Калита, О. Н.

К172 Основы древесиноведения и лесного товароведения : учеб. пособие / О. Н. Калита, Г. А. Калита ; [науч. ред. П. Б. Рябухин]. – Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2018. – 160 с.

ISBN 978-5-7389-2670-9

Учебное пособие поможет закрепить теоретический материал курса древесиноведения и лесного товароведения, а также получить практические умения и навыки при выполнении лабораторных и практических работ по изучаемой дисциплине.

Для обучающихся по направлению подготовки бакалавриата 35.03.02 Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств всех форм обучения.

УДК 674.038.3(075.8)
ББК М11я7+У341-823я7

ISBN 978-5-7389-2670-9

© Тихоокеанский государственный университет, 2018
© Калита О. Н., Калита Г. А., 2018

Введение

Древесина является одним из материалов, который используется человеком с давних времен, который окружает человека с рождения и используется им на протяжении всей жизни. Однако лесные ресурсы небезграничны и с каждым годом площадь, занимаемая естественными лесами, уменьшается. По-видимому, эта тенденция к уменьшению территории занимаемой лесами останется неизменной в обозримом будущем. Одним из способов сохранения лесных ресурсов является рациональное их использование. Это позволит сохранять и грамотно использовать имеющиеся лесные ресурсы с максимальной пользой и минимальными затратами.

Для полноценного решения этих задач необходимо знание строения древесины как материала, ее свойств и пороков, а также изучение их влияния на дальнейшее использование древесины как изделия.

Изучение строения древесины также необходимо для ее дальнейшей переработки. Разработка современных технологических процессов обработки, глубокая переработка древесины и максимальное вовлечение в переработку древесных отходов невозможна без дальнейшего изучения строения и свойств древесины и древесных материалов.

Современные технические возможности в изучении древесины колоссальны, используя их можно достичь полного представления о процессах, протекающих как в растущем дереве, так и о процессах, происходящих в материалах, изготовленных из древесины и материалах с ее использованием. Рациональное их применение позволит сохранять и грамотно использовать лесные ресурсы с максимальной пользой для общества и минимальными затратами.

Дисциплина «Древесиноведение и лесное товароведение» является основополагающей при получении специальности, связанной с лесным комплексом. Получение глубоких знаний и практических навыков по данной дисциплине послужит хорошей базой для дальнейшего профессионального роста.

В учебном пособии сжато, в строгой логической последовательности, приводятся основные сведения по теоретическим аспектам изучаемой темы, которых достаточно для выполнения лабораторно-практических работ.

Однако рекомендуется в часы самостоятельной работы изучение дополнительной литературы для получения полного представления об изучаемом предмете. Основной акцент пособия направлен на выполнение лабораторно-практических работ, подробно описывается порядок выполнения работы, применяемый измерительный инструмент и оборудование. При выполнении практических занятий в приложении предлагаются задачи, приближенные к производственным условиям.

Основная цель учебного пособия – способствовать закреплению у обучающихся прочных теоретических знаний и формирование компетенций по изучаемой дисциплине, создать базу для успешного усвоения других специальных дисциплин, необходимых для дальнейшей успешной самореализации выпускников в профессиональной деятельности

1. Древесиноведение

1.1. Строение древесины

1.1.1. Части дерева

Древесные растения, которые дают древесину как материал для разнообразного применения разделяют на две группы – хвойные и лиственные, которые отличаются друг от друга, как внешними признаками, так и внутренними свойствами. Основные представители хвойных пород, произрастающих на Дальнем Востоке, это – ель, пихта, сосна, кедр, лиственница. За исключением кедра все эти породы широко используются в народном хозяйстве. Лиственные породы по плотности древесины подразделяют на твердолиственные и мягколиственные. Лиственных пород гораздо больше, чем хвойных, но промышленное значение имеют следующие:

- твердолиственные: дуб, ясень, ильм, клен, бук, береза;
- мягколиственные: осина, липа, тополь, ольха, орех маньчжурский.

Кроме этих перечисленных пород древесины также применяется древесина, которая используется для изготовления высококачественной мебели, художественных поделок, строганного шпона.

В зависимости от поставленных целей исследование строения древесины, проводят с разных позиций. Кроме традиционной ботанической анатомии в последние десятилетия успешно развивается техническая анатомия древесины как материала для промышленного использования (здесь *Уголев Б. Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения : учеб. для лесотехн. вузов. 3-е, изд., перераб. и доп. М., 2001. 340 с.*).

Анатомические исследования обеспечивают получение сведений необходимых для определения породы древесины, позволяют вскрыть структурную основу ее свойств и наметить пути направленного изменения в растущем дереве, создают предпосылки для модифицирования древесины, разработки эффективных технологических процессов ее переработки способствуют разработке новых методов испытаний древесины с учетом особенностей ее структуры

Древесину исследуют на разных уровнях, различая ее макростроение, наблюдаемое невооруженным глазом при небольшом увеличении, и о котором можно иметь представление при более детальном микростроении—изучении анатомических элементов древесины, с помощью микроскопа используя для этого микросрезы различных пород древесины.

В любом растущем дереве можно выделить три части: крону 1 (совокупность ветвей с листьями), ствол 2 и корни 3 (рис. 1.1, а)¹. Эти части имеют различное предназначение при жизни дерева и различное промышленное использование.

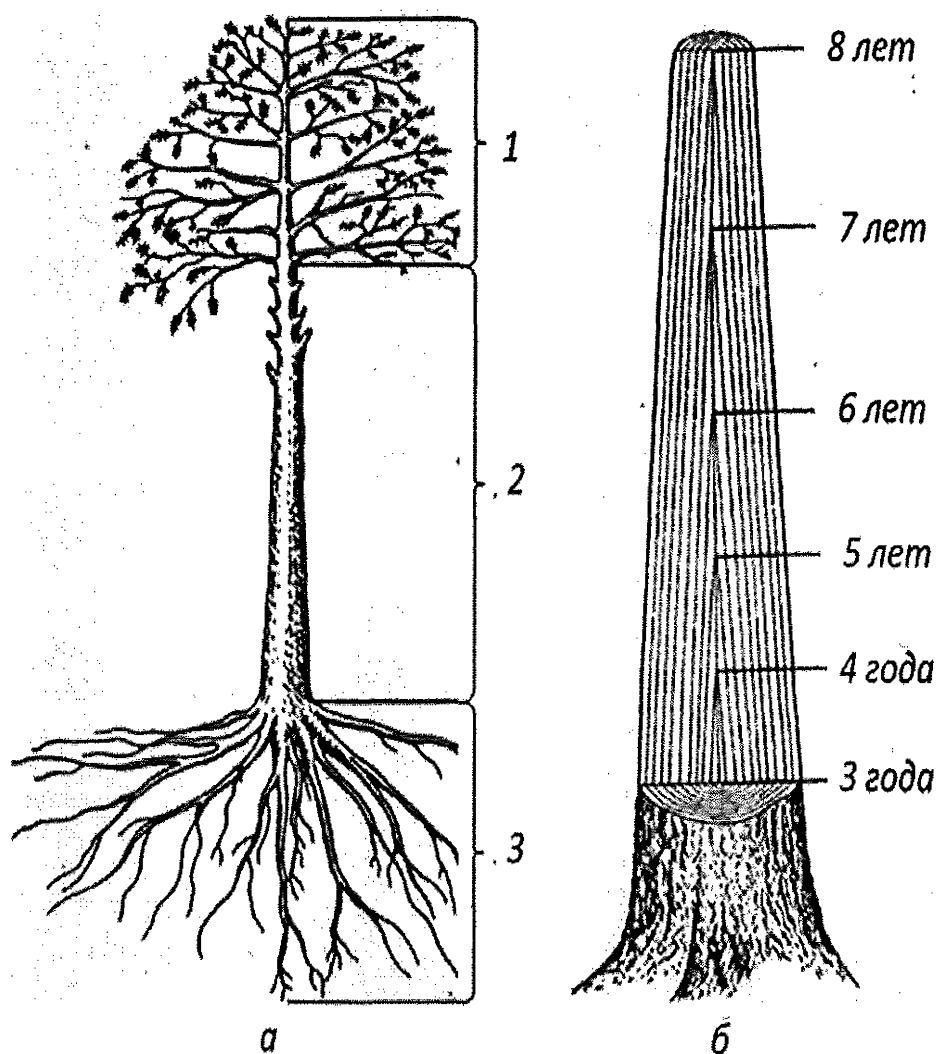


Рис. 1.1. Основные части дерева (а) и формирование ствола (б):

1 – крона; 2 – ствол; 3 – корни

¹ Уголев Б. Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения : учеб. для лесотехн. вузов. М., 2011. 272 с.

Если рассмотреть формирование ствола дерева во временном интервале (рис.1.1, б), то при внимательном изучении видно, как каждый год с внешней стороны (между корой и древесиной) добавляется один слой. Это результат деятельности камбия – тонкой прослойки древесинообразующей ткани.

Крона дерева– это совокупность ветвей с листьями. Основные ее биологические функции – поглощение углекислого газа из воздуха и выделение кислорода в процессе фотосинтеза и образования сложных органических веществ, необходимых для жизни и роста дерева. Строение древесины ветвей такое же, как и у древесины ствола. В зависимости от условий произрастания дерева размеры кроны разные. На открытом пространстве она имеет раскидистую форму с множеством крупных ветвей внизу ствола. В загущенных лесах основная часть кроны находится вверху дерева и имеет небольшой диаметр, а ствол в основном ровный без крупных ветвей внизу. Такое дерево предпочтительнее в промышленном использовании.

Использование частей кроны не находит должного применения, хотя в XX в. были разработаны, апробированы и использовались технологии ее применения в промышленности и народном хозяйстве. Так из древесной зелени можно изготавливать витаминную муку, которая в дальнейшем применяется как кормовая добавка для животноводства и птицеводства, лекарственные препараты – хвойная хлорофиллокаротиновая паста, используемая в косметологии и стоматологии. Крупные ветви могут использоваться для приготовления технологической щепы – сырья для изготовления тарного картона и древесноволокнистых плит.

Однако в настоящее время при заготовке древесины почти вся крона остается в лесу. Высокая стоимость доставки древесины к месту ее использования и большая энергоемкость перерабатывающих технологий не позволяет сделать их рентабельными в существующих условиях. Однако интерес к использованию кроны и других частей дерева не ослабевает, и нет никаких сомнений, что в недалеком будущем будут разработаны новые высокоэффективные технологии для ее применения.

Корни уходят в почву от корневой шейки как ветки от ствола, сначала толстые, а потом уменьшаются в диаметре и расходятся в разные стороны и вниз. Тонкие корни растущего дерева всасывают из почвы воду, в которой растворены питательные вещества и подают ее по стволу в крону. Фо-

тосинтез в листьях может происходить только при наличии воды и лучистой энергии солнца. Толстые корни удерживают дерево в вертикальном положении, проводят воду к стволу и хранят запас питательных веществ.

Промышленное использование корней ограничено. Крупные корни используются как топливо. Крупные корни сосны и пни через несколько лет после спиливания обогащаются смолой и используются для получения скипидара и канифоли. Комлевая часть лиственницы даурской используется в фармакологии как сырье для производства дигидрокверцетина.

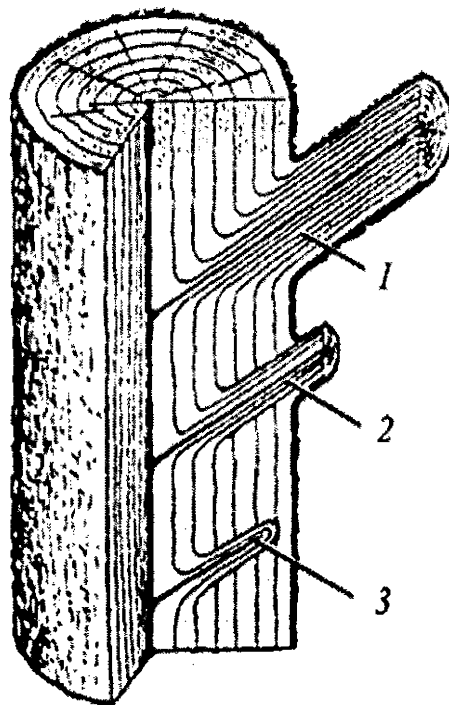
В настоящее время корни, как и крона по тем же причинам не используются. В месте перехода ствола в корни дерево имеет особое извилистое строение древесины, часто образуются наросты – капы. При распиливании такая древесина имеет красивую структуру и из нее изготавливают художественные предметы, пользующиеся большим спросом. Современные технологии и машины для заготовки древесины позволяют заготавливать древесину, почти не оставляя пней на лесосеке. Это создает дополнительные возможности для более полного использования древесины дерева.

Ствол – часть дерева, выполняющая несколько функций. Размещение и поддержание кроны, хранение запаса питательных веществ и проведение воды с питательными веществами поступающей из корней к кроне. Ствол дерева имеет основное промышленное использование. После спиливания дерева, удаления ветвей и его деления на части в верхней части ствола находится большое количество сучков. Это остатки ветвей, которые могут быть живыми и мертвыми. Образование годового прироста древесины в области сучков наглядно показано на рис. 1.2¹. На радиальном разрезе ствола видно, как годовые слои древесины ствола переходят в годовые слои сучка 1. При раскрое древесины на доски в пиломатериалах находятся сучки, которые снижают сортность древесины. В верхней части ствола дерева в основном преобладают живые или зарастающие сучки. В средней – крупные заросшие сучки. В нижней (комлевой) части ствола в основном располагаются мелкие глубокозаросшие сучки.

¹Уголев Б. Н. Указ. соч.

Рис. 1.2. Схема образования сучков:

- 1 – сучок от живой ветки;
- 2 – зарастающий сучок от отмершей ветки;
- 3 – заросший сучок



Основное количество древесины, образуемое растущим деревом, находится в стволе. Так, в сосне на долю ствола приходится 65–77 % всей древесной массы, а у березы – 78–90 %.

Поэтому дальнейшее изучение древесины как материала будет проводиться на древесине стволовой части дерева.

1.1.2. Макроскопическое строение древесины

Строение древесины изучают на трех главных разрезах ствола: поперечном, радиальном и тангенциальном (рис. 1.3).

Поперечный – разрез, при котором плоскость разреза проходит перпендикулярно оси ствола.

Радиальный – плоскость разреза проходит вдоль оси ствола через сердцевину по радиусу торца ствола.

Тангенциальный – плоскость разреза проходит вдоль оси ствола на некотором расстоянии от сердцевины.

Древесина занимает основную массу объема ствола и располагается между сердцевиной и корой. Сердцевина 1 (рис. 1.3) имеет вид темного пятнышка диаметром 3–5 мм и расположена в центре поперечного сечения ствола. Кора 7 покрывает снаружи древесину и защищает живые ткани ствола от резких колебаний температуры, испарения влаги, проникания грибов и механических повреждений. Внутренний слой коры луб 6 проводит вниз по стволу образующиеся в листьях органические питательные вещества. У молодых деревьев кора гладкая, иногда покрыта тонкими чешуйками. В дальнейшем при увеличении диаметра ствола кора становится

толще, в ней появляются трещины, которые с возрастом дерева углубляются.

Кора может быть гладкая, бороздчатая (дуб), чешуйчатая (сосна), волокнистая (можжевельник) и бородавчатая (бересклет).

Цвет коры темнее цвета древесины и изменяется в широких пределах: от белого (береза), светло-серого (пихта), зеленовато-серого (осина) до серого (ясень), серовато-коричневого (дуб) и темно-бурого (ель).

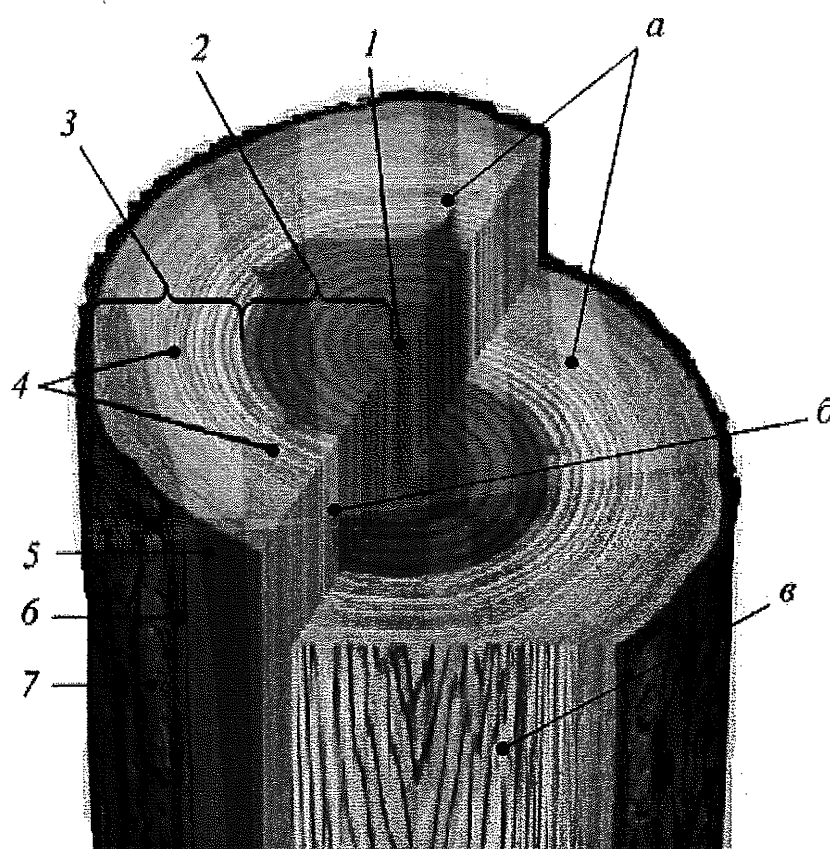


Рис. 1.3. Главные разрезы и основные части ствола:

a – поперечный разрез; *б* – радиальный разрез; *в* – тангенциальный разрез;
1 – сердцевина; *2* – ядро; *3* – заболонь; *4* – годовые слои;
5 – камбий; *6* – луб;
7 – кора

У некоторых древесных пород центральная часть ствола окрашена темнее периферийной (рис. 1.4). Темно окрашенная часть ствола называется ядром *2*, а более светлая периферическая – заболонью *1*. Такие породы называются ядровыми. Из хвойных пород к ядровым относятся сосна,

лиственница, кедр, тис, можжевельник, из лиственных – дуб, ясень, ильм, вяз, бархатное дерево, рябина и др.

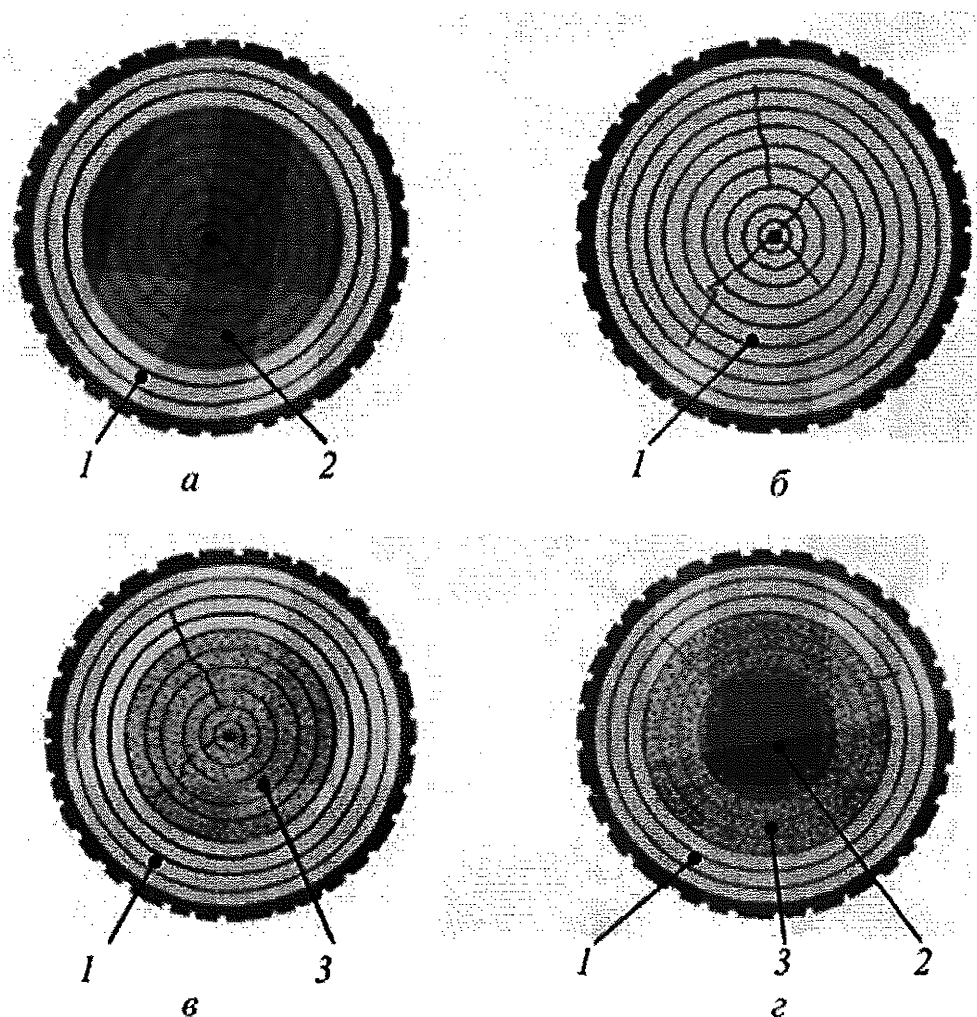


Рис. 1.4. Главные разрезы и основные части ствола:

а – ядровая порода; *б* – заболонная порода; *в* – спелодревесная порода;
г – ядровая спелодревесная порода; *1* – заболонная; *2* – ядровая древесина;
3 – спелая древесина

Ядро и заболонь отличаются не только по цвету. Так, древесина заболони в свежесрубленном состоянии содержит большее количество влаги, чем древесина ядра. Граница между ядром и заболонью может быть резкой или плохо заметной. Ширина заболони также является диагностическим признаком.

У отдельных пород, как у хвойных, так и у лиственных (ель, пихта, бук, осина и др.) внутренняя зона древесины не отличается по цвету от наруж-

ной зоны. У свежесрубленного дерева внутренняя зона древесины содержит меньше влаги, чем наружная. В этом случае внутренняя часть ствола называется спелой древесиной 3, а породы – спелодревесными. Остальные породы, у которых нет различия между внутренней и наружной зонами по цвету, и по содержанию влаги, называются заболонными. К ним относятся береза, клен, граб, липа, самшит, груша и др.

На поперечном разрезе (рис. 1.5, а) видны концентрические слои, окружающие сердцевину 1. Эти слои представляют собой ежегодный прирост древесины и называются годичными слоями. На радиальном разрезе годичные слои имеют вид продольных полос (рис. 1.5, б), на тангенциальном – извилистых линий параболического вида (рис. 1.5, в). Годичные слои хорошо видны у хвойных и кольцесосудистых лиственных пород, и слабо заметны у отдельных рассеянососудистых лиственных пород.

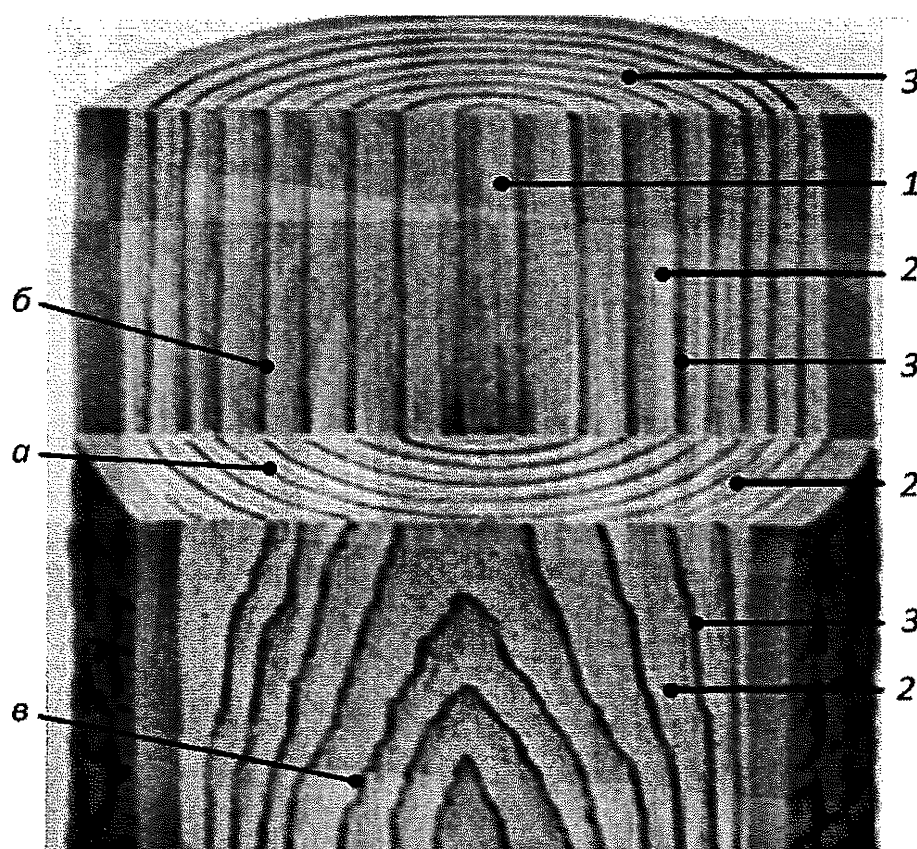


Рис. 1.5. Годичные слои древесины:
 а – концентрические слои; б – продольные
 полосы; в – линии параболического вида; 1 – сердцевина; 2 – ранняя древесина;
 3 – поздняя древесина

Некоторые породы имеют волнистые годовичные слои на поперечном разрезе (граб, тис, можжевельник).

Каждый годовичный слой состоит из двух зон: внутренней светлой и рыхлой – ранней древесины 2 и наружной более темной и плотной – поздней древесины 3 (рис. 1.5). Резкое различие между ранней и поздней древесиной характерно для хвойных пород и кольцесосудистых лиственных. Благодаря этому различию хорошо видны годовичные слои у таких пород, как сосна, лиственница, ель, пихта, тис, дуб, ясень, ильм. Очень слабо или совсем не видны годовичные слои у березы, ольхи, осины, граба и др.

Древесина с узкими годовыми слоями считается более качественной.

На поперечном разрезе некоторых лиственных пород хорошо заметны светлые, блестящие или матовые линии, направленные от сердцевины к коре по радиусам, называемые *сердцевинными лучами* (рис. 1.6).

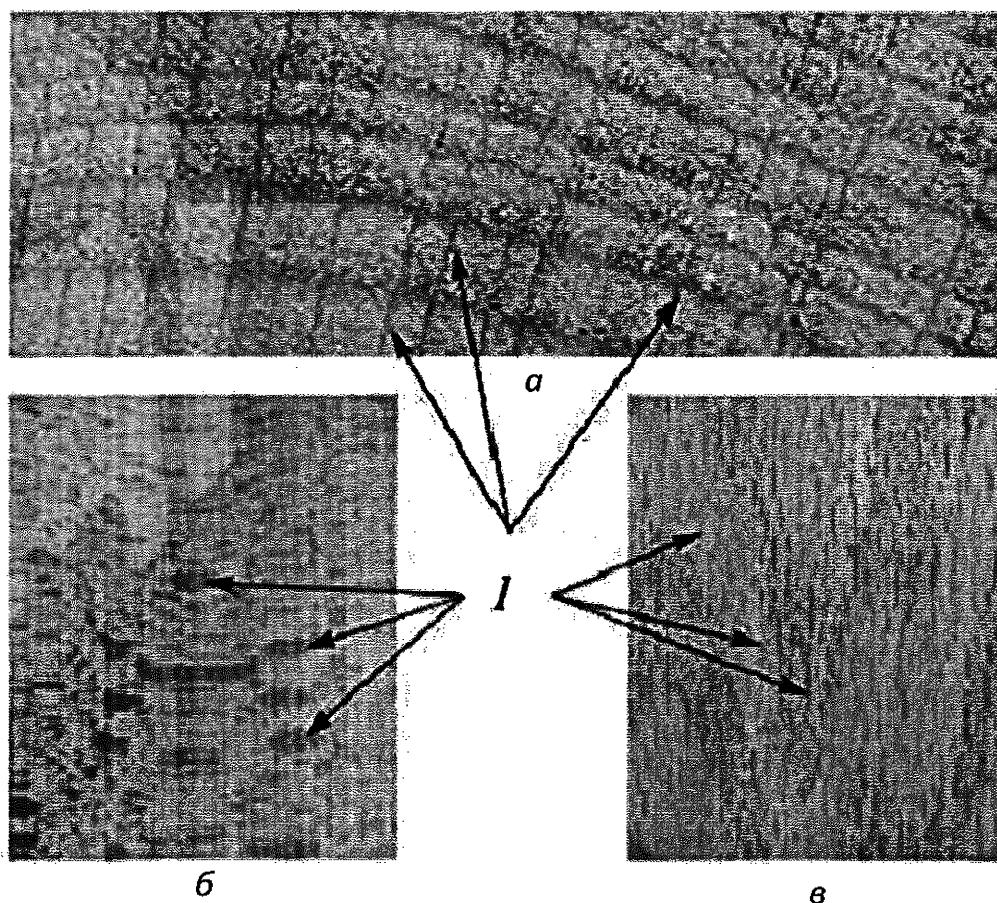


Рис. 1.6. Сердцевинные лучи на основных разрезах ствола:
а – поперечный разрез; *б* – радиальный разрез; *в* – тангенциальный разрез;
1 – сердцевинные лучи

На радиальном разрезе сердцевинные лучи имеют вид блестящих широких или узких, темных или светлых полосок.

На тангенциальном разрезе сердцевинные лучи видны как короткие продольные линии, штрихи или чечевицеобразные черточки. Сердцевинные лучи бывают широкие или узкие (ширина лучей определяется на поперечном разрезе).

Широкие сердцевинные лучи хорошо видны невооруженным глазом у дуба, бука, платана.

Узкие лучи трудно обнаружить, а очень узкие совсем не видны невооруженным глазом. Узкие лучи имеются у древесины липы, клена; очень узкие – у хвойных пород и некоторых лиственных. У ольхи, граба лучи иногда сближаются между собой и образуют так называемые ложноширокие сердцевинные лучи. Такие лучи хорошо видны на поперечном разрезе, но они более матовые, чем настоящие, границы их как бы размыты и ширина их уменьшается от центра ствола к периферии.

В древесине лиственных пород на поперечном разрезе видны отверстия, представляющие собой сечения сосудов – трубок, каналов, служащих для проведения воды (рис. 1.7). По величине сосуды делят на крупные, хорошо видимые невооруженным глазом, и мелкие, не различимые невооруженным глазом.

Если крупные сосуды расположены в ранней зоне годичного слоя и на поперечном разрезе образуют сплошное пористое кольцо, то такие лиственные породы называются кольцесосудистыми (рис. 1.7, а, б, в).

У этих пород мелкие сосуды сосредоточены в поздней зоне и своим скоплением образуют своеобразный рисунок¹. Различают три вида группировок мелких сосудов:

- радиальная – в виде светлых радиальных полос, напоминающих язычки пламени (дуб, рис. 1.7, а);
- тангенциальная – в виде светлых волнистых линий, расположенных параллельно границе годичного слоя (ильм, рис. 1.7, б);
- рассеянная – в виде мелких сосудов в поздней древесине, расположенных в виде светлых точек или черточек (ясень, рис. 1.7, в).

¹ Михайличенко А. Л., Сметанин И. С. Древесиноведение и лесное товароведение : учеб. для техникумов. М., 1987. 224 с.

Если крупные и мелкие сосуды равномерно распределены по годичному слою древесины, то такие породы называются рассеяно-сосудистыми. На тангенциальном и радиальном разрезах сосуды имеют вид продольных бороздок (рис. 1.7, *г*).

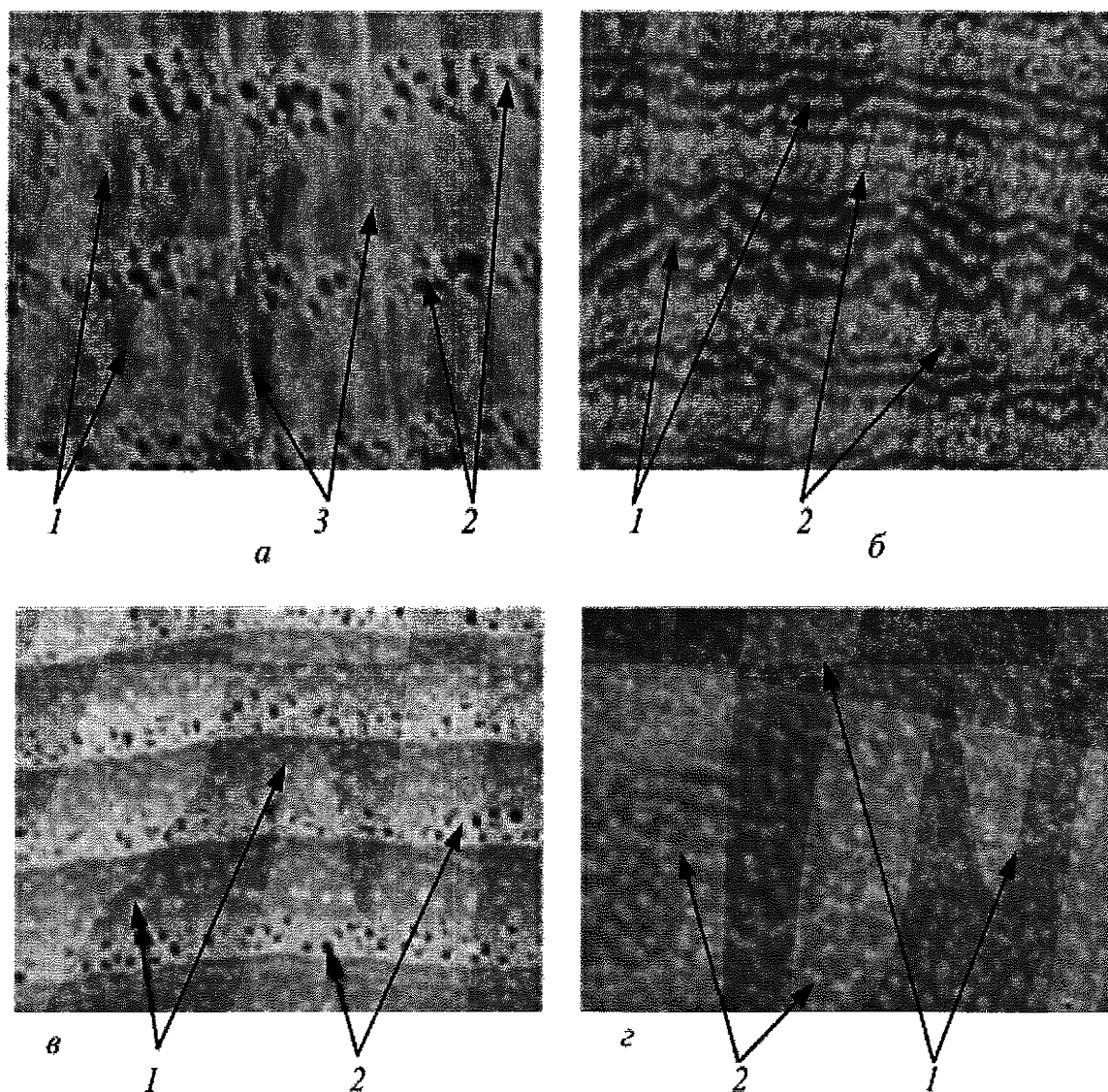


Рис. 1.7. Расположение сосудов в древесине лиственных пород:
а, б, в – кольцесосудистые породы с радиальным, тангенциальными рассеянным расположением мелких сосудов в поздней зоне; *г* – рассеяно-сосудистая порода:
1 – мелкие сосуды в поздней зоне; *2* – крупные сосуды в ранней зоне;
3 – сердцевинные лучи

В древесине некоторых хвойных пород (сосна, кедр, лиственница, ель) имеются смоляные ходы (рис. 1.8).

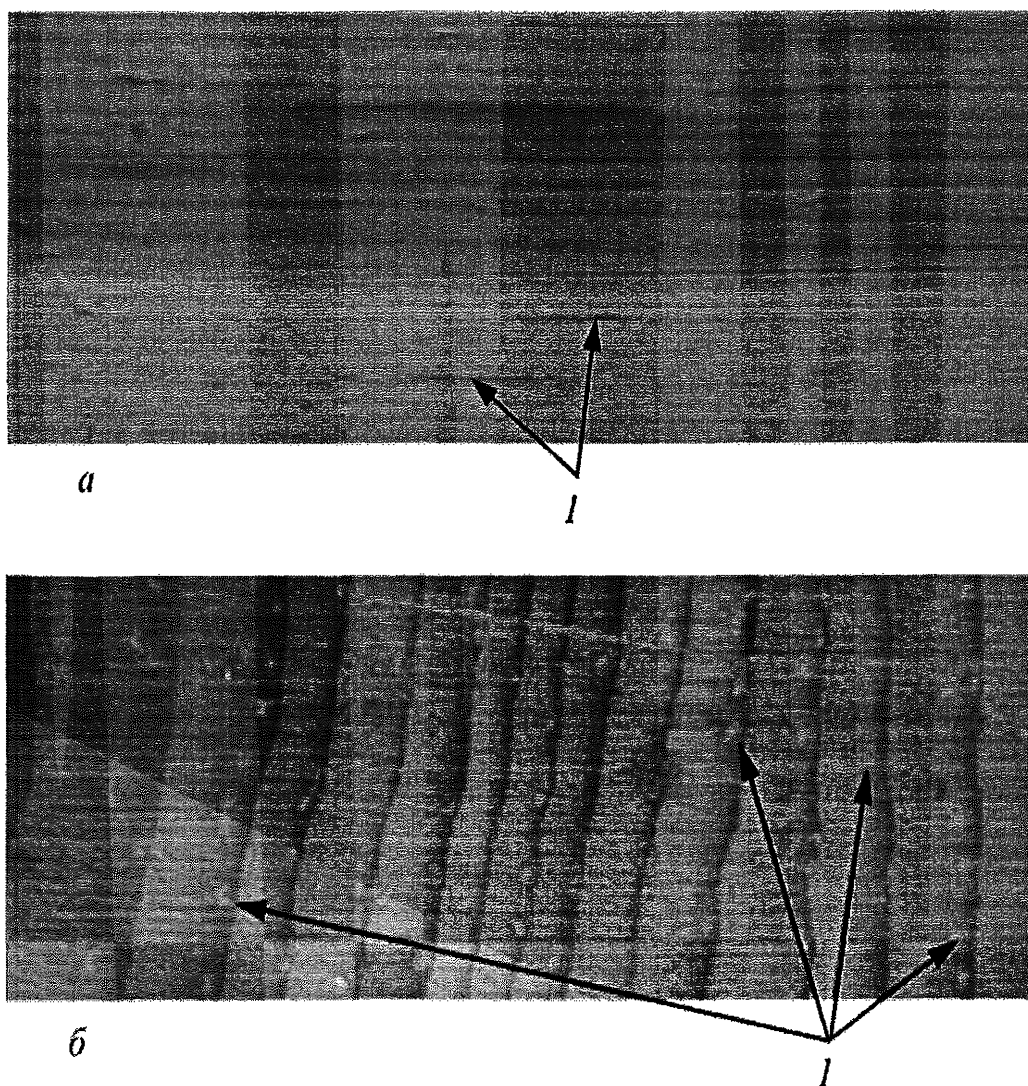


Рис. 1.8. Смоляные ходы в древесине кедра на продольном (а)
и на поперечном разрезе (б):
1 – смоляные ходы

На поперечном разрезе вертикальные смоляные ходы заметны в виде светлых точек, расположенных в поздней зоне годичного слоя, на продольных разрезах – в виде темных штрихов, направленных вдоль оси ствола. Количество и размер смоляных ходов зависят от породы древесины. У сосны и кедра смоляные ходы крупные и многочисленные, у лиственницы – мелкие и малочисленные. В древесине пихты, тиса и можжевельника смоляных ходов нет.

У древесины некоторых лиственных пород, особенно березы и ольхи на продольных разрезах видны буровато-коричневатые полосы по виду напоминающие сердцевину (рис. 1.9). Это сердцевинные повторе-

ния, которые возникают в результате повреждения растущего дерева насекомыми.

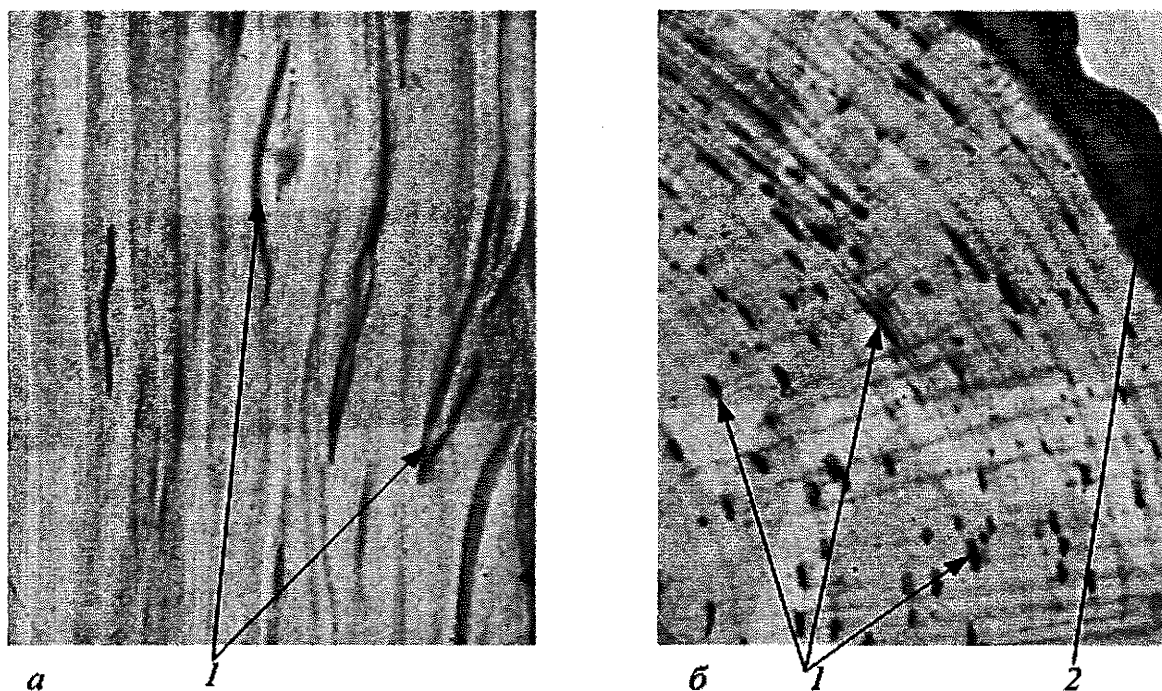


Рис. 1.9. Сердцевинные повторения на продольном разрезе березы (а) и на торцевом разрезе черной ольхи (б):
1 – сердцевинные повторения;
2 – кора

Сердцевинные повторения (прожилки) считаются пороком древесины, поскольку× ухудшают качество получаемой продукции, например, лущеного шпона предназначенного для изготовления фанеры.

Лабораторная работа 1

Особенности макростроения
хвойных и лиственных пород

Цель

Изучить главные разрезы и части ствола. Научиться распознавать основные элементы макростроения древесины: годовичные слои (раннюю и позднюю зоны), сердцевинные лучи, сосуды и смоляные ходы.

Приборы, инструменты, наглядные пособия, раздаточный материал

Лупа 2,5–5-кратного увеличения; плакаты; образцы цилиндрической формы ядровой породы в коре с главными разрезами; набор образцов древесины различных пород.

Подготовка к работе

Учебная группа делится на подгруппы, состоящие из 2–3 обучающихся. Каждой подгруппе устанавливается задание.

Для изучения основных элементов макростроения готовятся следующие образцы древесины:

- ядровых и безъядровых пород с резким переходом от заболони к ядру и с постепенными с хорошо видимыми годичными слоями на всех разрезах;
- слабо заметными или совсем невидимыми, кольцесосудистыми и рассеяннососудистыми листовыми породами, среди которых должны быть породы с широкими и узкими сердцевинными лучами.

Это такие породы, как сосна, лиственница, кедр, ель или пихта, тис, можжевельник, дуб, ясень, ильм, клен, береза, осина, ольха, орех маньчжурский.

Образцы призматической формы размером примерно 30 × 50 × 80 мм (большой размер вдоль волокон) должны быть изготовлены таким образом, чтобы на них можно было наблюдать главные разрезы ствола (поперечный, радиальный и тангенциальный). Поверхность образцов должна быть тщательно прострогана и отшлифована. Торцовую поверхность не шлифовать. Шлифовальная пыль будет забивать поры древесины и мешать изучению строения древесины.

Порядок выполнения работы

1. Изучить по плакатам и по рисункам учебного пособия основные разрезы и части ствола, годичные слои, сердцевинные лучи, сосуды, смоляные ходы.

2. На образцах цилиндрической формы с корой определить главные разрезы ствола: поперечный, радиальный, тангенциальный. На поперечном и радиальном разрезах выделить основные части ствола: кору, сердцевину и древесину. Внимательно их рассмотреть. Обратит внимание на цвет коры и на то, что она состоит из внешней части – корки и внутренней, прилегающей к древесине; что сердцевина имеет рыхлую структуру по сравнению с окружающей древесиной. Выделить центральную темноокрашенную зону ствола – ядро и периферическую светлую – заболонь.

Зарисовать образец, обозначив на нем главные разрезы и основные части ствола.

3. Разделить образцы древесины из предлагаемого набора на ядровые и безъядровые. Обратить внимание на ширину заболони у разных пород, на различие в цвете ядра и заболони, на характер перехода от ядра к заболони.

Отобрать образцы с хорошей видимостью годичных слоев. Пронаблюдать на поперечных, радиальных и тангенциальных разрезах разных образцов вид годичных слоев.

Рассмотреть в лупу отдельный годичный слой. Выделить в нем раннюю и позднюю зоны, сравнить их по цвету, плотности; обратить внимание на характер перехода от ранней зоны к поздней.

Рассматривая поперечные разрезы предлагаемых образцов, найти такие, для древесины которых характерна волнистость. Сделать три зарисовки образцов древесины:

- на одном рисунке показать породу, у которой ядро по цвету заметно отличается от заболони и переход от ранней зоны годичного слоя к поздней резкий;
- на другом рисунке показать породу с постепенным плавным переходом от ядра к заболони и от ранней зоны годичного слоя к поздней;
- на третьем рисунке изобразить образец безъядровой породы с заметными годичными слоями или не видимыми ни на одном разрезе.

На рисунках обозначить ядро и заболонь (там, где они есть), раннюю и позднюю зоны годичного слоя. Под каждым рисунком привести описание, характеризующее данный признак породы.

4. Выделить из имеющихся образцов те, у которых хорошо видны сердцевинные лучи на всех разрезах. Одновременно заметить, что есть породы, у которых они видны только на одном, двух разрезах или не различимы ни на одном из них. Рассмотреть внимательно на выделенных образцах, как выглядят сердцевинные лучи у разных пород на поперечном, радиальном и тангенциальном разрезах. Обратить внимание на их цвет, ширину на всем их протяжении, блеск или матовость, четкость границ или, наоборот, размытость.

Зарисовать образец породы, у которой лучше всего видны сердцевинные лучи, и обозначить их на всех разрезах. Сделать соответствующую подрисовочную подпись.

5. С помощью лупы найти образцы пород, на поперечном разрезе которых хорошо видны отверстия - сосуды. Выделить среди них те, у которых крупные сосуды сосредоточены в ранней зоне годичного слоя, образуя сплошное пористое кольцо. Рассмотреть внимательно у этих пород рисунок в поздней зоне, который образует скопление мелких сосудов. Зарисовать виды группировок мелких сосудов у кольцесосудистых лиственных пород.

Найти образцы рассеяннососудистых пород, у которых и крупные и мелкие сосуды распределены равномерно по годичному слою. Зарисовать схему расположения сосудов у рассеяннососудистых пород.

6. Отобрать породы, у которых годичные слои хорошо видны, сосудов нет и сердцевинные лучи не видны ни на одном разрезе. Рассматривая поочередно каждый образец из отобранных, попытаться с помощью лупы обнаружить смоляные ходы. Пронаблюдать, у каких пород смоляные ходы есть и хорошо видны; крупные они или мелкие, много- или малочисленные.

7. Среди оставшихся образцов (лиственных пород) найти такие, у которых на продольных разрезах встречаются бурые, коричневатые черточки, пятнышки, точки – сердцевинные повторения. Запомнить их вид. Это один из диагностических признаков некоторых лиственных пород.

Работу оформить в журнале наблюдений в соответствии с требованиями, изложенными выше.

Контрольные вопросы

1. Части дерева и их назначение в его жизни, и использование в народном хозяйстве.
2. Как называется срез древесины, плоскость которого проходит вдоль оси ствола через сердцевину?
3. Какую функцию выполняют сердцевинные лучи их разновидности?
4. Какую функцию выполняют камбий, ранняя древесина, поздняя древесина?
5. Как называется внутренний слой коры?
6. Какие древесные породы относят к ядровым?
7. Перечислите ядровые, спелодревесные и заболонные древесные породы.
8. Какие из элементов можно обнаружить только в древесине хвойных пород?

Лабораторная работа 2

Определение пород по внешнему виду древесины

Цель

Научиться определять древесные породы по макроскопическим признакам.

Приборы, принадлежности, раздаточный материал

Комплект образцов изучаемых пород, лупа 2,5–5-кратного увеличения, определитель пород по внешнему виду древесины, плакаты, журнал наблюдений.

Подготовка к работе

Для проведения занятия следует приготовить комплекты основных дальневосточных пород. В каждый комплект должны входить образцы древесины пород, описанных в нижеприведенном определителе.

Порядок выполнения работы

Учебная группа делится на подгруппы, состоящие из 2–3 обучающихся. Каждой подгруппе устанавливается задание по определению древесной породы. Каждая древесная порода имеет свои характерные особенности, по которым ее можно отличить от другой. Основными признаками при определении породы по внешнему виду древесины являются: наличие ядра; ширина заболони и характер перехода от ядра к заболони; степень видимости годичных слоев; различие в окраске ранней и поздней древесины; видимость сердцевинных лучей на основных разрезах; наличие и размеры сосудов, характер их расположения в годичном слое; наличие смоляных ходов, размеры их и количество; наличие сердцевинных повторений в древесине некоторых пород. Дополнительными признаками являются цвет, блеск, текстура, плотность и твердость древесины.

Диагностика пород осуществляется с помощью определителя основных пород. Изучая коллекцию образцов древесины, прежде всего, необходимо установить, к какой группе древесных пород относится данный образец: к хвойным, лиственным кольцесосудистым или лиственным рассеяннососудистым. Это описано в первой части определителя «Группы древесных пород». Основные признаки, характерные для группы хвойных пород изложены в п. «А». После изучения материала отобрать из предложенных образцов образцы хвойных пород. Подобным образом, изучив пп. «Б» и «В», распределить оставшиеся лиственные породы на кольцесосудистые и рассеяннососудистые.

Разделив коллекцию образцов на основные три группы, можно приступать ко второй части определителя, где содержатся данные, необходимые для установления породы – видового названия растения. Каждый пункт этой части определителя включает два абзаца. Первый абзац содержит признаки, противоположные тем, которые имеются во втором абзаце. Например, в первом абзаце первого пункта сказано, что ядро есть, а во втором – ядра нет. В конце

каждого абзаца стоит либо цифра, указывающая к какому пункту следует обратиться далее, либо название породы. Ниже приводится определитель, разработанный по материалам проф. Л. М. Перелыгина¹.

Определитель основных пород по внешним признакам древесины

1-я часть. Группы древесных пород

А. Годичные слои хорошо заметны у всех пород. Сосудов нет. Сердцевинные лучи не видны. Древесина некоторых пород имеет смоляные ходы – это *хвойные*.

Б. Годичные слои из-за разницы в строении ранней и поздней древесины хорошо заметны. Расположенные в ранней зоне годичных слоев крупные сосуды образуют на поперечном разрезе сплошное кольцо отверстий, хорошо видимое простым глазом. В плотной темной поздней зоне заметны скопления мелких сосудов и паренхимных клеток в виде светлых радиальных полосок, волнистых линий вдоль границы годичных слоев, отдельных черточек или точек. У большинства пород видны сердцевинные лучи. Все породы ядровые – это *кольцесосудистые лиственные*.

В. Годичные слои у большинства пород видны плохо. Сосуды, если они заметны, на поперечном разрезе не образуют сплошного кольца. Поздняя зона годичного слоя не имеет рисунка. У некоторых пород видны сердцевинные лучи – это *рассеянососудистые лиственные*.

2-я часть. Древесные породы

А. Хвойные породы

1. Ядро есть. Древесина ядра светло-розового, желтовато-розового, буровато-красного или красновато-бурого цвета заметно отличается от заболони светлого цвета (2). Ядра нет. Древесина белого цвета (4).

2. Поздняя древесина годичных слоев резко отличается более темным цветом от ранней (3).

Поздняя древесина годичных слоев слегка отличается более темным цветом от ранней. Переход от ранней к поздней древесине постепенный, растушеванный. Древесина ядра светло-розовая или желтовато-розовая. Заболонь широкая, желтовато-белая. Переход от заболони к ядру плавный. Смоляные ходы крупные и довольно многочисленные. Древесина легкая и мягкая – *сосна кедровая (кедр сибирский)*.

¹ Станко Я. Н. Лабораторные работы по материаловедению для столяров, плотников и паркетчиков : учеб. пособие для ПТУ. М., 1989. 111 с.

3. Смоляные ходы мелкие и немногочисленные. На всех разрезах годовичные слои благодаря резкой разнице в цвете темной поздней и более светлоокрашенной ранней древесины четко выделяются. Ядро красновато-бурого цвета. Заболонь узкая белая или желтоватая. Граница между ядром и заболонью резкая. Древесина твердая, тяжелая – *лиственница*.

Смоляные ходы довольно крупные и многочисленные. Годичные слои видны на всех разрезах. Граница между светлой и более темной поздней древесиной хорошо заметна. Ядро от розового до буровато-красного цвета. Заболонь широкая желтоватого или бледно-розового цвета – *сосна обыкновенная*.

4. Смоляные ходы есть. Немногочисленные смоляные ходы заметны на поперечном разрезе. Годичные слои различаются на всех разрезах *ель*. Смоляных ходов нет. Древесина легкая – *пихта*.

Основные макроскопические признаки древесины хвойных пород приведены в табл. 1 прил. 1.

Б. Кольцесосудистые лиственные породы

1. Сердцевинные лучи (широкие) хорошо видны на поперечном и продольном разрезах. Древесина ядра желтовато-коричневого или темновато-бурого цвета. Заболонь узкая светло-желтая, четко ограничена от ядра.

Годичные слои из-за резкой разницы в строении ранней и поздней древесины четко выражены на поперечном разрезе. Поздняя древесина в отличие от ранней плотная и темная. На поперечном разрезе в поздней древесине видны радиальные пламевидные светлые полосы. Древесина тяжелая, твердая – *дуб летний*.

Сердцевинные лучи на поперечном разрезе плохо видны или совсем незаметны (2).

2. На поперечном разрезе в поздней древесине годовичных слоев видны светлые непрерывные волнистые линии, расположенные вдоль годовичных слоев (3).

На поперечном разрезе в поздней древесине видны отдельные светлые точки или короткие извилистые черточки (у внешней границы широких годовичных слоев). Ядро светло-бурое. Заболонь широкая, желтовато-белая, постепенно переходит в ядро. Сердцевинные лучи слабо заметны только на строго радиальном разрезе в виде небольших черточек и точек. Древесина твердая и тяжелая – *ясень обыкновенный*.

3. На радиальном разрезе сердцевинные лучи более темного цвета, чем окружающая древесина, видны как короткие блестящие черточки, создающие характерную рябоватость. Ядро темно-бурое. Заболонь узкая, буровато-серая, хорошо отличается от ядра – *ильм горный*.

Сердцевинные лучи по цвету мало отличаются от окружающей древесины и только по блеску слабо заметны на радиальном разрезе. Ядро светло-бурое. Заболонь широкая, желто-белая, постепенно переходит в ядро – *вяз гладкий*.

Основные макроскопические признаки древесины кольцесосудистых лиственных пород приведены в табл. 2 прил. 1.

В. Рассеяннососудистые лиственные породы

1. Сосуды мелкие. На поперечном разрезе сосуды не видны (2). Сосуды крупные. На поперечном разрезе хорошо видны. Древесина ядра темная, коричневато-серого цвета. Заболонь широкая серовато-бурая, слабо отличается от ядра. Переход от заболони к ядру постепенный. Годичные слои широкие, слегка извилистые, видны на всех разрезах. На продольных разрезах хорошо заметны сосуды в виде бороздок – *орех грецкий*.

2. На поперечном разрезе хорошо видны широкие сердцевинные лучи (3).

На поперечном разрезе узкие сердцевинные лучи слабо видны или совсем неразличимы (5).

3. На поперечном разрезе видны многочисленные широкие сердцевинные лучи (4).

На поперечном разрезе видны немногочисленные (ложно-широкие) матовые сердцевинные лучи. Есть и узкие сердцевинные лучи. На тангенциальном разрезе сердцевинные лучи хорошо заметны в виде темных узких довольно длинных продольных полос. Ядра нет. Годичные слои различаются слабо. Древесина светло-красная или буровато-красная. Часто встречаются сердцевинные повторения в виде продольных узких бурых черточек. Древесина легкая, мягкая – *ольха черная*.

4. Сердцевинные лучи на продольных разрезах темнее окружающей древесины и хорошо выделяются. На радиальном разрезе они отлично видны как блестящие широкие полосы. На тангенциальном разрезе сердцевинные лучи также хорошо заметны в виде узких темных чечевицеобразных штрихов и создают характерный крапчатый рисунок. Ядра нет. Древесина белая с желтоватым или красноватым оттенком. Иногда встречается порок – ложное ядро красно-бурого цвета – *бук восточный*.

Сердцевинные лучи (ложно-широкие) на радиальном разрезе окрашены светлее окружающей древесины и заметны слабо. Ядра нет. Древесина серовато-белая с легким желтоватым оттенком. Годичные слои волнистые неравномерной ширины, заметны на поперечном разрезе. Древесина тяжелая и твердая – *граб обыкновенный*.

5. Узкие сердцевинные лучи различимы простым глазом на одном, двух или трех разрезах (6).

Сердцевинные лучи ясно не видны простым глазом ни на одном разрезе. Ядра нет. Древесина белая со слабым зеленоватым оттенком. Иногда встречается порок – ложное ядро буроватого цвета. Годичные слои различимы на поперечном и тангенциальном разрезах. Встречаются желтые овальные пятнышки сердцевинных повторений. Древесина мягкая, легкая – *осина*.

6. Узкие сердцевинные лучи видны на всех разрезах. Древесина белая с желтоватым или розовым оттенком. Порода безъядровая. Иногда встречается порок – ложное ядро зеленовато-серой окраски. Годичные слои ясно различимы на поперечном разрезе и заметны на продольных разрезах. На радиальном разрезе многочисленные сердцевинные лучи, имеющие слегка буроватый цвет и отличающиеся сильным блеском, создают характерную рябоватость. Древесина тяжелая и твердая – *клен остролистный*.

Узкие сердцевинные лучи видны на двух или одном разрезе (7).

7. Узкие сердцевинные лучи заметны на поперечном разрезе; лучше видны на радиальном разрезе (8).

Сердцевинные лучи видны только на строго радиальном разрезе (лучше на поверхности радиального раскола) в виде узких коротких блестящих поперечных полосок. Порода безъядровая. Древесина белая с желтоватым или красноватым оттенком. Годичные слои заметны слабо. Часто встречаются на продольных разрезах сердцевинные повторения в виде бурых черточек или штрихов. Древесина тяжелая и твердая – *береза*.

8. Древесина белая с легким розовым оттенком. Ядра нет. Годичные слои видны слабо. Древесина легкая и очень мягкая – *липа мелколистная*.

Древесина желтого цвета, матовая. Ядра нет. Годичные слои узкие, волнистые. Древесина очень тяжелая и твердая – *самшит*.

Основные макроскопические признаки рассеянно-сосудистых пород древесины приведены в табл. 3 прил. 1.

Пример использования определителя

Определить породу предложенного образца древесины.

Сначала определяем принадлежность образца древесины к группе А, Б или В, используя первую часть определителя – группы древесных пород. Для этого внимательно рассматриваем образец древесины, сравнивая его структуру с описанием, приведенным в группе А. «На образце годичные слои хорошо заметны. Сосудов нет. Сердцевинные лучи не видны. Видны смоляные ходы». Это описание подходит под наш образец. Значит, у нас образец хвойной породы.

Затем определение ведем по второй части – «А. Хвойные породы». Читая первый абзац п. 1, находим, что признаки, описанные в нем, совпадают с признаками определяемой породы. А именно:

- ядро есть;
- древесина ядра светло-розового, желтовато-розового, буровато-красного или красновато-бурого цвета заметно отличается от заболони светлого цвета.

После этого описания в скобках стоит цифра 2, которая отсылает нас к п. 2 – «Поздняя древесина годовичных слоев резко отличается более темным цветом от ранней». Сравниваем с изучаемым образцом древесины и видим, что это описание не характерно для изучаемого образца.

Значит, далее сравниваем образец со вторым абзацем п. 2 – «Поздняя древесина годовичных слоев слегка отличается более темным цветом от ранней. Переход от ранней к поздней древесине постепенный, растушеванный. Древесина ядра светло-розовая или желтовато-розовая. Заболонь широкая, желтовато-белая. Переход от заболони к ядру плавный. Смоляные ходы крупные и довольно многочисленные. Древесина легкая и мягкая». Признаки, описанные в нем, совпадают с признаками определяемой породы. Определение закончено. Это *сосна кедровая*.

Результаты наблюдений занести в журнал наблюдений (табл. 1.1).

Таблица 1.1

Характеристика древесных пород

Группа пород	Диагностические признаки		Название породы
	основные	вспомогательные	
Хвойные	Ядро есть. Поздняя древесина годовичных слоев слегка отличается более темным цветом. Переход от ранней к поздней древесине постепенный. Заболонь широкая. Переход от заболони к ядру плавный. Смоляные ходы крупные и многочисленные	Древесина ядра светло-розовая, заболонь желтовато-белая. Древесина легкая и мягкая	Сосна кедровая (кедр сибирский)

Контрольные вопросы

1. Какие древесные породы относятся к ядровым?

2. Какие древесные породы относятся к спелодревесным?
3. У каких древесных пород хорошо заметны годичные слои?
4. У каких древесных пород заболонь узкая?

1.1.3. Микроскопическое строение древесины

Строение древесины хвойных пород

Исследование анатомического строения древесины позволяет в значительной мере раскрыть природу и закономерности ее механических и физических свойств. Анатомический анализ может быть полезным для контроля многих технологических процессов обработки древесины (механической, гидротермической и др.). По микроскопическим особенностям строения древесины можно уверенно и более точно, чем по внешним признакам определить древесную породу исследуемого образца¹.

Изучение микроскопического строения древесины позволяет объяснить особенности физико-механических свойств древесины и в конечном итоге способствует более эффективному использованию древесины.

Древесина ствола в растущем дереве выполняет три основные функции: проводящую, механическую и запасную. Поэтому в древесине и хвойных и лиственных пород можно обнаружить анатомические элементы, выполнявшие перечисленные функции.

1. Древесина хвойных пород имеет довольно простое и однородное строение. В этом легко убедиться на примере строения древесины сосны, приведенной на рис. 1.10².

2. В состав древесины хвойных пород входят трахеиды и паренхимные клетки. Проводящую функцию выполняют трахеиды ранние, механическую – трахеиды поздние и запасную функцию – паренхимные клетки.

¹ Перельгин Л. М. Древесиноведение. 2-е изд., перераб. и доп. М., 1969. 316 с.

² Лесная энциклопедия. В 2 т. / гл. ред. Г. И. Воробьев ; редкол. Н. А. Анучин [и др.]. М., 1985. Т. 1. 563 с. ; Станко Я. Н. Указ. соч.

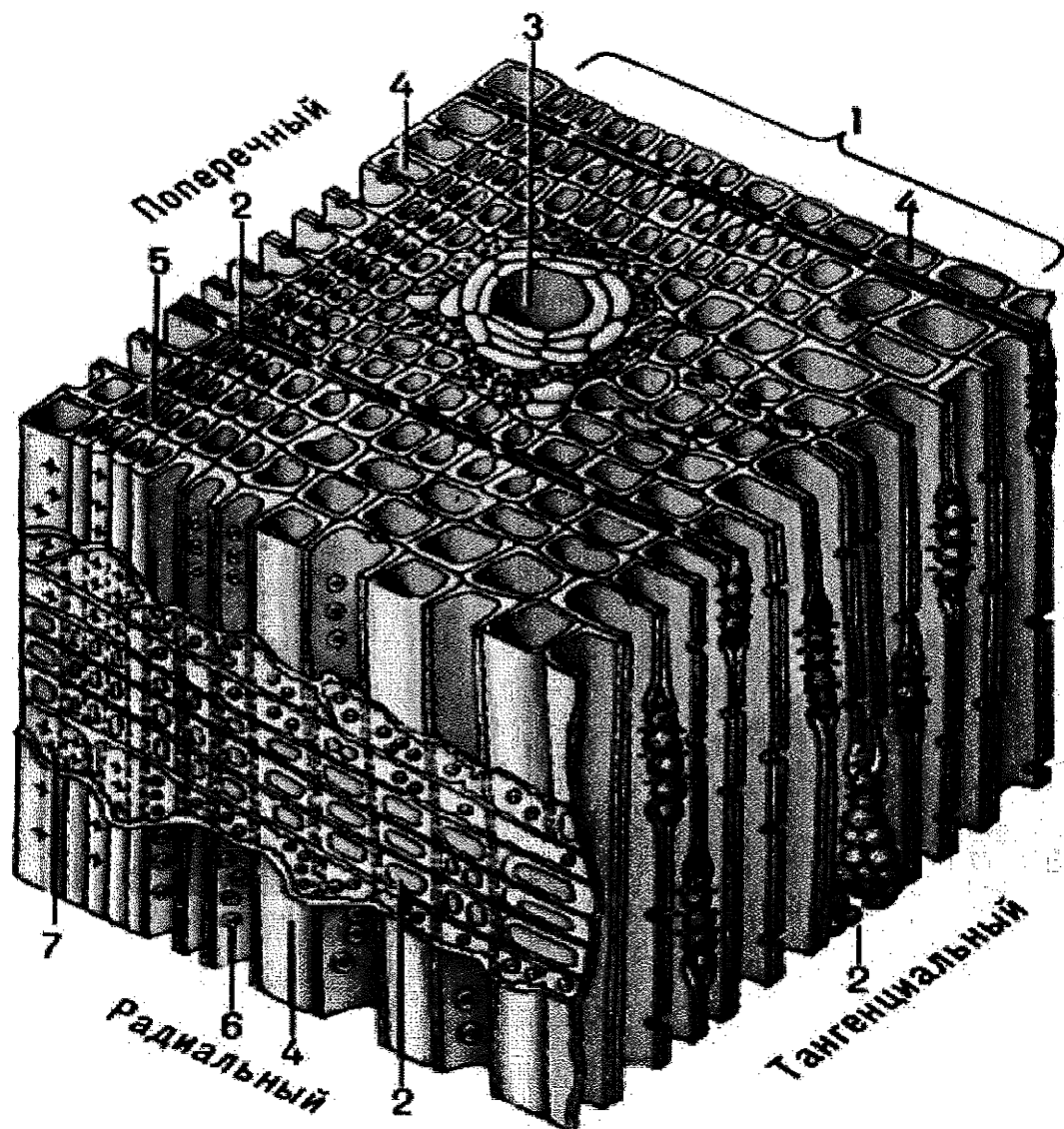


Рис. 1.10. Схема микроскопического строения древесины сосны:

- 1 – годичный слой; 2 – сердцевинные лучи; 3 – вертикальный смоляной ход;
 4 – ранние трахеиды; 5 – поздняя трахеида;
 6 – окаймленная пора; 7 – лучевая трахеида

3. Трахеиды представляют собой вытянутые в длину клетки с закругленными или кососрезанными концами. Они занимают почти весь объем древесины. В ранней зоне годичного слоя видны крупные с тонкими стенками клетки, чаще с квадратным сечением. Это ранние трахеиды 4, образовавшиеся в начале вегетационного периода. Ранние трахеиды на своих стенках имеют окаймленные поры, на радиальном срезе окаймленная пора имеет вид двух concentric circles.

В конце вегетационного периода образуются поздние трахеиды 5. Они имеют узкую полость и толстые стенки. На поперечном разрезе они имеют вид сплетенных прямоугольников. Поздние трахеиды имеет редко расположенные щелевидные окаймленные поры 6. Зона ранних трахеид в пределах одного годичного слоя постепенно переходит в зону поздних трахеид. Четкая граница наблюдается между поздней древесиной одного годичного слоя (граница годичного слоя).

Паренхимные клетки в древесине всех хвойных пород входят в состав сердцевинных лучей 2 и у некоторых пород окружают смоляные ходы 3. Серцевинные лучи у хвойных пород очень узкие, но с помощью микроскопа их можно обнаружить на всех трех разрезах. Серцевинные лучи видны на поперечном срезе как полосы, состоящие из клеток, расположенных перпендикулярно границе годичного слоя. На радиальном срезе лучи заметны в виде довольно широких полосок, пересекающих под прямым углом трахеиды.

На тангенциальном срезе сердцевинные лучи представлены цепочками клеток, располагавшимися вдоль трахеид.

Смоляные ходы различают вертикальные и горизонтальные. В древесине таких хвойных пород, как сосна, кедр, ель, лиственница чаще всего в поздней зоне годичного слоя встречаются более или менее крупные вертикальные заполненные смолой каналы – смоляные ходы. Смоляные ходы состоят из трех слоев клеток:

- клеток эпителия, в которых вырабатывается смола;
- мертвых клеток, заполненных воздухом;
- клеток (живых) сопровождающей паренхимы.

Вертикальные смоляные ходы на продольных срезах имеют вид длинного параллельного трахеидного канала, окруженного паренхимными клетками. Горизонтальные смоляные ходы 6 располагаются в сердцевинных лучах и их можно наблюдать на тангенциальном разрезе.

Строение древесины лиственных пород

Древесина лиственных пород отличается более сложным строением, на каждую функцию приходится по два, а иногда и более анатомических элементов.

Проводящую функцию в древесине лиственных пород выполняют сосуды.

В зависимости от характера расположения крупных сосудов по ширине годичного слоя различает породы кольцесосудистые и рассеяннососудистые. Схемы микроскопического строения типичных представителей кольцесосудистых (дуб) и рассеяннососудистых (береза) пород показаны на рис. 1.11 и 1.12.

Крупные сосуды 3 у кольцесосудистых пород (рис. 1.11) располагаются в ранней зоне, они собраны в группы, создающие рыхлый слой.

У рассеяннососудистых пород сосуды 2 распределены равномерно по всему годичному слою 1, и иногда они собраны в группы по два или более сосуда (рис. 1.12). Сосуды представляют собой вертикальные трубки, составленные из члеников тонкостенных широкополосных клеток. Нижние и верхние стенки этих клеток частично или полностью растворяются. При этом образуются простые (с одним или двумя отверстиями) или лестничные перфорации с рядом щелевидных отверстий. Членик с простой перфорацией характерен для крупных сосудов древесины дуба. Сосуды между собой сообщаются через округлые или многогранные поры в стенках. Полости сосуда иногда бывают закупорены тиллами – выростами паренхимных клеток.

Кроме сосудов, у некоторых пород проводящую функцию выполняет также сосудистые трахеиды, представляющие собой переходный элемент между типичными трахеидами и члениками сосудов. Древесные волокна (либриформ) 4 являются основным механическим элементом древесины лиственных пород. На поперечном разрезе они имеют вид округлых или многогранных клеток с толстыми стенками и узкими полостями. На продольных разрезах имеют вид длинных волокон с небольшим количеством простых щелевидных пор в клеточной оболочке, иногда встречается волокнистые трахеиды. Волокна либриформа, волокнистые и сосудистые трахеиды по внешнему виду очень схожи.

Паренхимные клетки выполняют запасную функцию и образуют две системы – горизонтальную (сердцевинные лучи) и вертикальную (древесная паренхима).

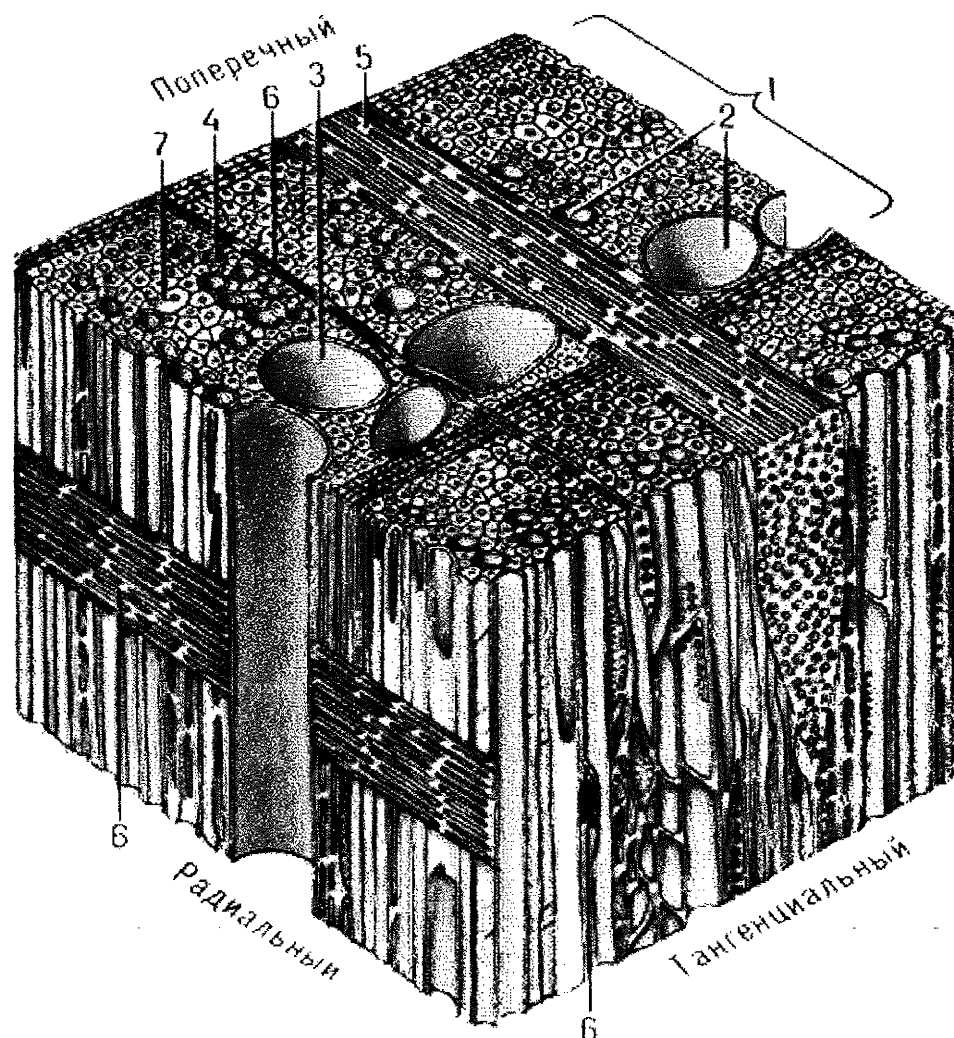


Рис. 1.11. Схема микроскопического строения древесины дуба:

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

Серцевинные лучи по ширине могут состоять из одного или нескольких рядов паренхимных клеток. Широкие сердцевинные лучи дуба включают до 30 рядов. У некоторых пород (ольха, граб) встречается ложно-широкие сердцевинные лучи, представлявшие собой пучок узких лучей, близкорасположенных друг от друга. По высоте сердцевинные лучи включают также несколько (иногда десятки) рядов клеток. На тангенциальных

срезах узкие однорядные сердцевинные лучи заметны в виде вертикальных, расположенных вдоль волокон цепочек клеток или многих рядов округлых клеток.

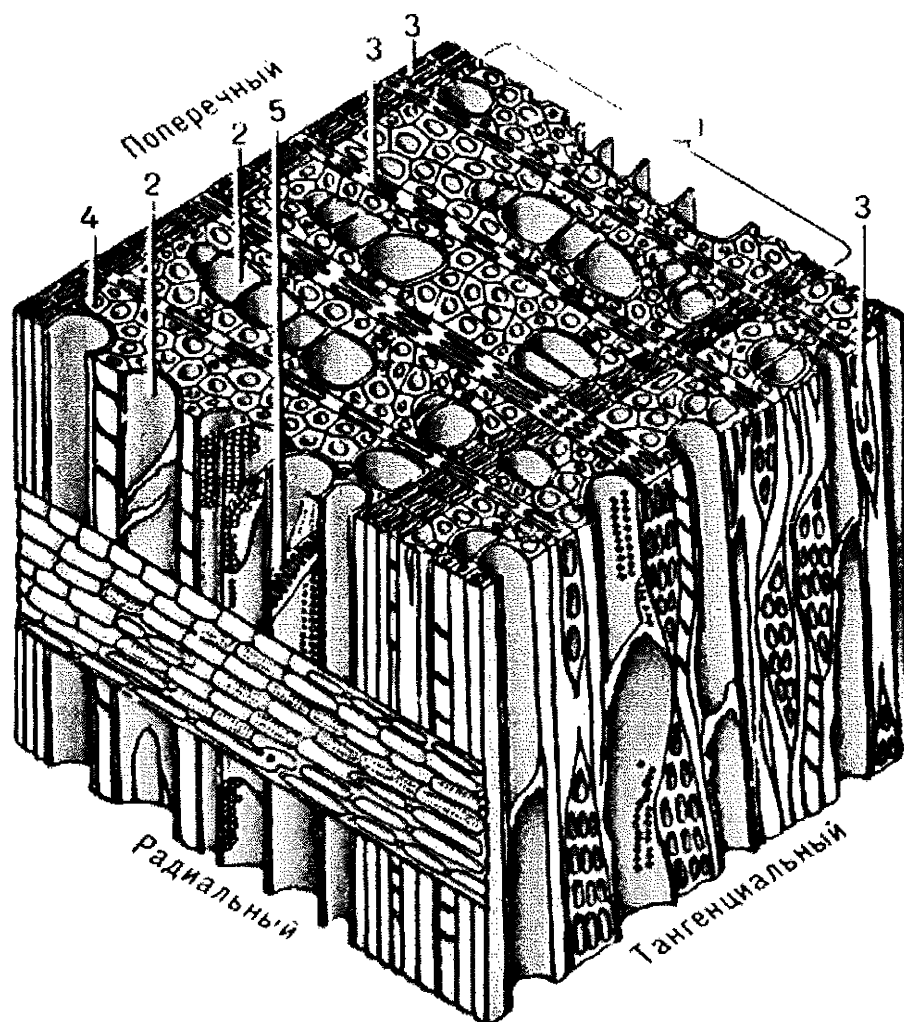


Рис. 1.12. Схема микроскопического строения древесины берёзы:

- 1 – годичный слой;
- 2 – сосуды;
- 3 – сердцевинные лучи;
- 4 – либриформ;
- 5 – лестничная перфорация

Древесная паренхима у лиственных пород развита значительно лучше, чем у хвойных. На продольных разрезах часто можно видеть отдельные вертикальные ряды паренхимных клеток, крайние клетки заострены, и вся совокупность клеток воспринимается как волокно, разделенное

перегородками. Такое образование носит название тяжа древесной паренхимы.

Паренхимные клетки содержат вещество темного цвета, поэтому они видны среди других элементов древесины.

Лабораторная работа 3

Особенности микроскопического строения хвойных и лиственных пород

Цель

Рассмотреть и изучить на микросрезях древесины основные анатомические элементы хвойных и лиственных пород; их вид и взаимное расположение на основных разрезах.

Приборы, принадлежности, раздаточный материал

Микроскоп SX-A; набор микросрезов древесины сосны или ели, березы или ольхи, дуба и граба; плакаты с изображением отдельных срезов древесины хвойной, кольцесосудистой и рассеяннососудистой лиственной пород; журнал наблюдений.

Подготовка к работе

Выбрать готовые препараты микросрезов древесины вышеуказанных пород. Каждый препарат должен содержать три среза древесины: поперечный, радиальный и тангенциальный. Подготовить микроскоп к работе, линзы микроскопа и препараты протереть сухой мягкой тряпочкой либо кистью.

Перед выполнением работы учебная группа делится на подгруппы, состоящие из 2–3 обучающихся. Каждой подгруппе устанавливается задание.

Порядок выполнения работы

1. Микроскоп (рис. 1.13) поместить на устойчивом столе, желательно вблизи от окна, избегая освещения прямыми солнечными лучами. При слабом освещении использовать искусственное освещение или специальные осветительные устройства. Микроскоп повернуть тубусодержателем к наблюдателю, несколько наклоняя верхнюю часть штатива, и подвести к тубусу 5 с помощью револьверного механизма объектив 3. Вращая механизм настройки по высоте 7 и наблюдая за тубусом с боку, опустить его настолько, чтобы расстояние от

предметного столика до линзы объектива равнялось примерно 5 мм. Зеркало 10 повернуть вогнутой стороной к источнику света и, смотря в тубус с не вставленным еще окуляром, слегка поворачивать зеркало до тех пор, пока не появится ярко освещенное светлое (как белая бумага) поле зрения. Затем вставить окуляр 6 в тубус. Далее на предметный столик поместить препарат покровным стеклом кверху и закрепить его пружинными державками 8.

Внимание!

Во избежание поломок препарата не допускать работы микрометрического винта в крайнем нижнем положении. Запрещается касаться объективом стекла препарата!

При работе с микроскопом надо привыкнуть держать открытыми оба глаза. Левым глазом следует смотреть в окуляр, а правый использовать для рисования исследуемого изображения на бумаге.

2. Препарат поместить таким образом, чтобы намеченный к рассмотрению срез находился точно над отверстием предметного столика 2. Смотря в окуляр и медленно вращая механизм настройки 7, поднять тубус до тех пор, пока в поле зрения не появится расплывчатое изображение. Затем произвести точную установку на резкость путем вращения механизма настройки.

Для рассмотрения древесины хвойных пород следует использовать окуляр 15^х увеличения, а для лиственных пород с более крупными элементами (например, дуба) можно применять окуляр 7^х увеличения. Это позволит рассматривать большую по площади поверхность микросреза.

При рассмотрении препаратов нужно найти наиболее характерный участок препарата, включающий основные детали строения данной породы и микросреза.

3. На поперечном разрезе древесины сосны (или ели) рассмотреть ранние и поздние трахеиды, границу перехода от одного годичного слоя к другому. Обнаружить узкие сердцевинные лучи, под прямым углом пересекающие границу годичного слоя, а также вертикальный смоляной ход.

Внимательно изучив вид и расположение анатомических элементов зарисовать в журнале наблюдений изображение среза и обозначить на рисунке все основные элементы строения данной породы и микросреза.

Рассмотреть вид и расположение этих же элементов на радиальном и тангенциальном срезах. Кроме того, на радиальном срезе обнаружить на стенках ранних трахеид окаймленные поры, а на тангенциальном срезе – горизонтальный смоляной ход, расположенный в сердцевинном луче. Сделать зарисовки радиального и тангенциального срезов с обозначением основных элементов строения среза.

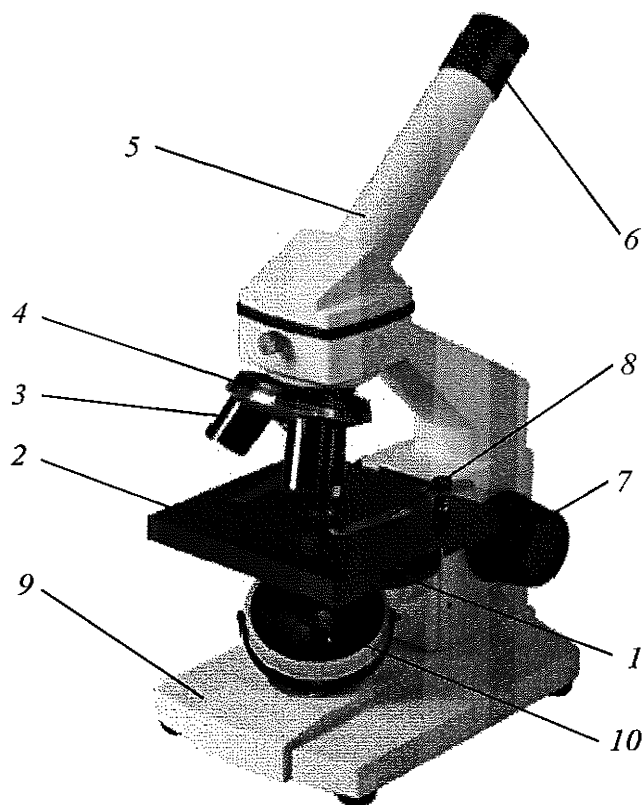


Рис. 1.13. Общий вид микроскопа SX-A:

- 1 – диафрагма; 2 – предметный столик; 3 – объектив;
 4 – револьверная головка; 5 – тубус; 6 – окуляр;
 7 – механизм настройки по высоте; 8 – пружинные державки;
 9 – основание; 10 – зеркало подсветки

4. На поперечном срезе древесины березы (или ольхи) рассмотреть расположение сосудов, границу между годичными слоями, волокна либриформа и сердцевинные лучи. Эти же элементы проследить на радиальном и тангенциальном срезах. Обратить внимание в этих срезах (особенно на радиальном) на лестничные перфорации в сосудах, характерные для древесины данных пород. Сделать зарисовки трех срезов с обозначением основных элементов строения.

5. Установить в поле зрения тангенциальный срез древесины граба, найти и рассмотреть на нем ложно-широкий сердцевинный луч, представляющий собой пучок узких лучей, очень близко расположенных друг к другу. Зарисовать этот срез и обозначить ложно-широкий сердцевинный луч.

6. Перед установкой препарата с древесиной дуба сменить окуляр 15^x на окуляр 7^x для того, чтобы в поле зрения попало большее количество элементов. На поперечном разрезе рассмотреть крупные и мелкие сосуды, их расположе-

ние в годичном слое; группировку мелких сосудов в поздней зоне; волокна либриформа; узкие и широкие сердцевинные лучи. Сравнить настоящие широкие сердцевинные лучи дуба с ложно-широкими, наблюдаемыми у граба. Найти границу между годичными слоями. На радиальном и тангенциальном срезах проследить вид и взаимное расположение вышеназванных анатомических элементов. Кроме того, обнаружить на продольных разрезах тяжи древесной паренхимы. Сделать зарисовки трех срезов и обозначить основные элементы строения (табл. 1.2). Сравнить полученные изображения с приведенными на рис. 1.14–1.21. Сделать выводы.

Таблица 1.2

Микроскопическое строение древесных пород

Порода	Зарисовка микросреза древесины		
	поперечного	радиального	тангенциального

Контрольные вопросы

1. Как называются клетки древесины, имеющие сильно вытянутую, напоминающую волокно форму?
2. Как называются клетки древесины хвойных пород, имеющие форму сильно вытянутых волокон с одревесневшими стенками и кососрезанными концами?
3. Как называются трахеиды, образовавшиеся в начале вегетационного периода?
4. Какие элементы в древесине хвойных пород выполняют механическую функцию?
5. Какие элементы в древесине лиственных пород выполняют механическую функцию?
6. Как называется древесина вокруг сердцевины, образовавшаяся в первый год жизни?
7. Как называют сердцевину вместе с окружающей её первичной древесиной?
8. Какие элементы выполняют проводящую функцию в лубе?

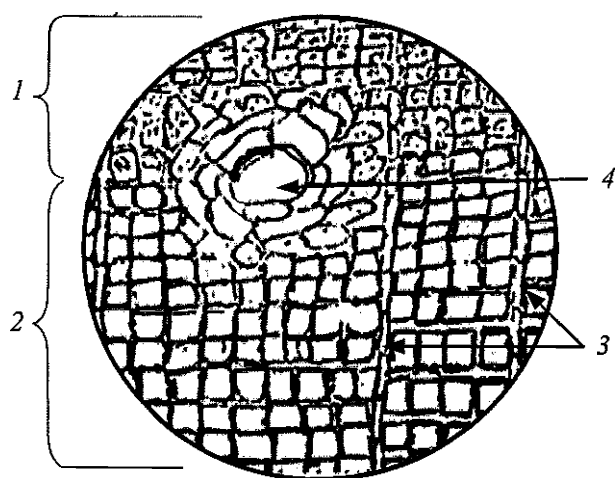


Рис. 1.14. Поперечный срез
древесины хвойной породы:
1 – зона поздних трахеид;
2 – зона ранних трахеид;
3 – сердцевинные лучи;
4 – вертикальный смоляной ход

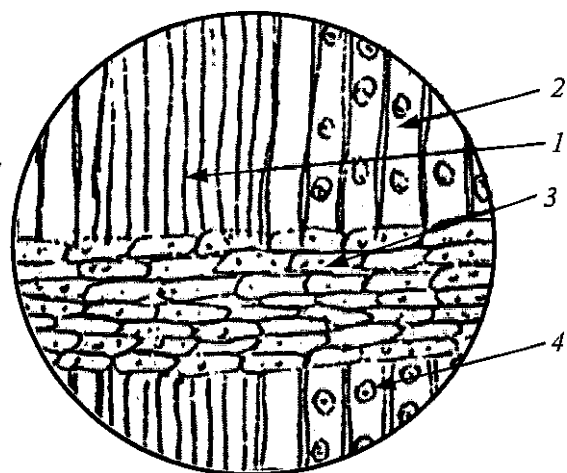


Рис. 1.15. Радиальный срез
древесины хвойной породы:
1 – трахеиды поздние;
2 – трахеиды ранние;
3 – сердцевинные лучи;
4 – окаймленные поры;

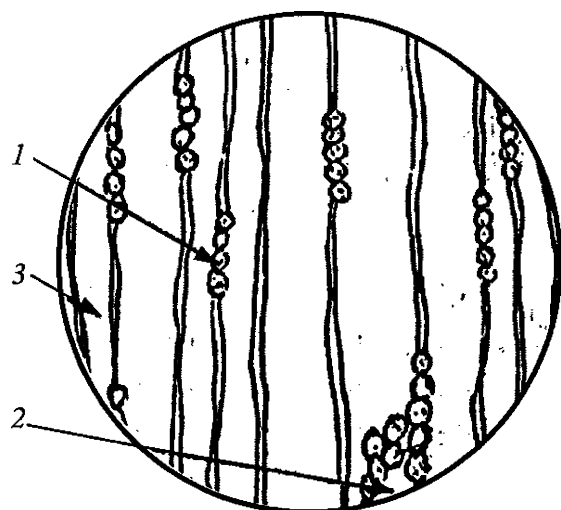


Рис. 1.16. Тангенциальный срез
древесины хвойной породы:
1 – трахеиды поздние;
2 – сердцевинные лучи;
3 – горизонтальный смоляной ход

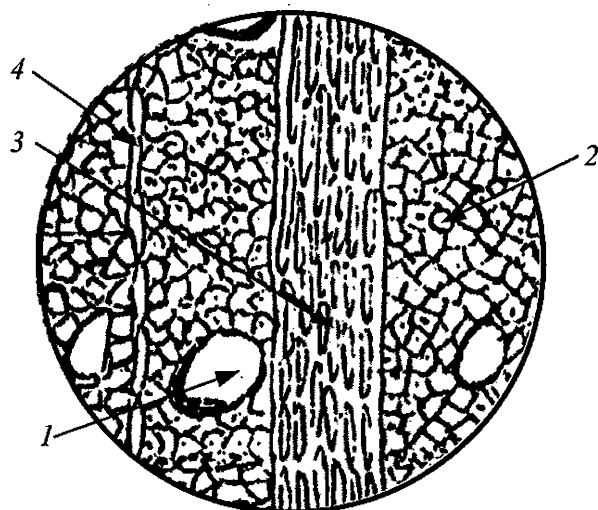


Рис. 1.17. Древесина кольцесосудистой
породы на поперечном срезе:
1 – крупные сосуды;
2 – волокна либриформа;
3 – широкий сердцевинный луч;
4 – узкий сердцевинный луч

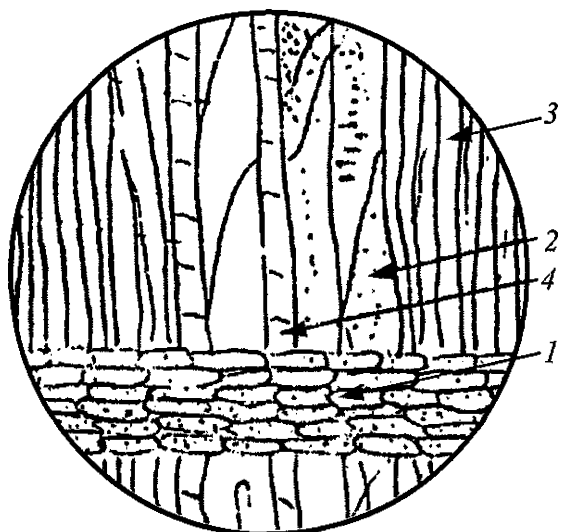


Рис. 1.18. Радиальный срез
древесины лиственной
кольцесосудистой породы:
1 – сердцевинные лучи;
2 – сосуды;
3 – волокна либриформа;
4 – тяжи древесной паренхимы

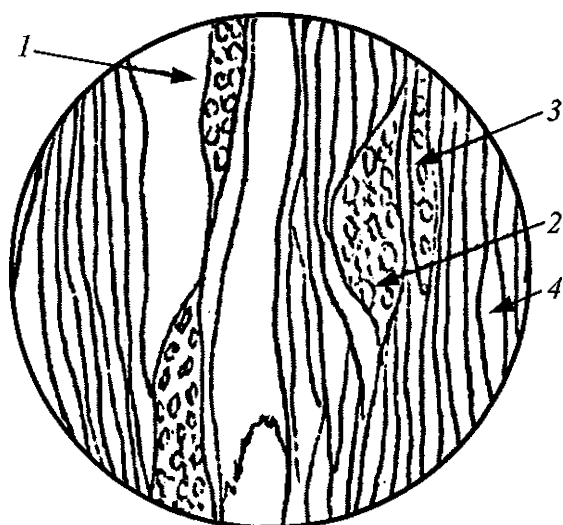


Рис. 1.19. Тангенциальный срез
древесины
кольцесосудистой породы:
1 – сосуды;
2 – широкий сердцевинный луч;
3 – узкий сердцевинный луч;
4 – волокна либриформа

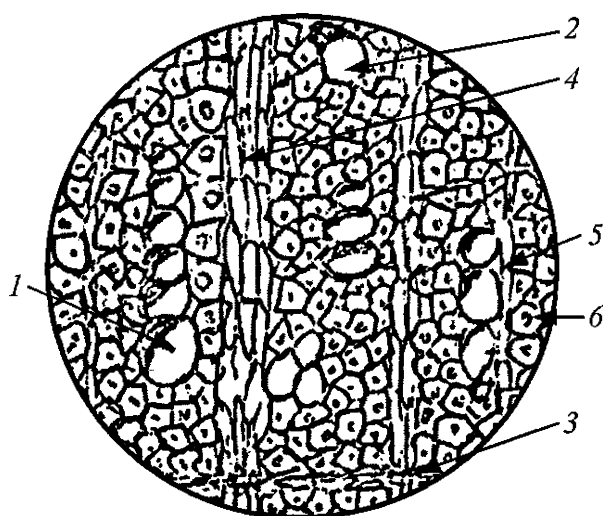


Рис. 1.20. Радиальный срез древесины
лиственной кольцесосудистой породы:
1 – сердцевинные лучи;
2 – сосуды;
3 – волокна либриформа;
4 – тяжи древесной паренхимы

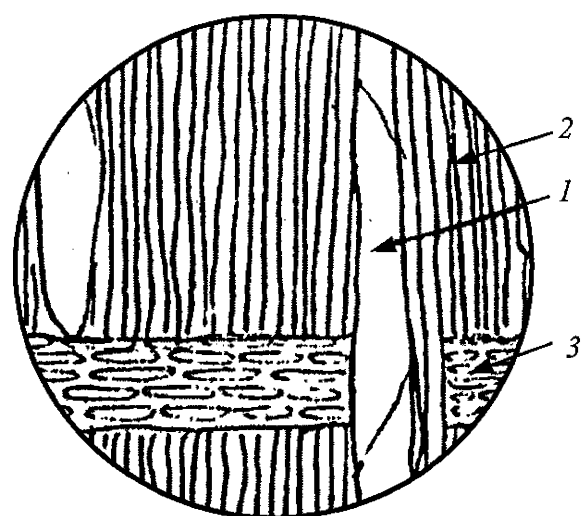


Рис. 1.21. Тангенциальный срез
древесины кольцесосудистой породы:
1 – сосуды;
2 – широкий сердцевинный луч;
3 – узкий сердцевинный луч;
4 – волокна либриформа

1.2. Физические свойства древесины

1.2.1. Свойства, определяющие внешний вид древесины

Цвет

Использование древесины и древесных материалов невозможно без знания свойств древесины. При разработке конструкций изделий из древесины, технологических процессов и операций, действующих и проектируемых производств, а также решения многих других практических задач большое значение имеют данные о физических свойствах древесины. К ним относят свойства древесины, проявляющиеся при взаимодействии ее с внешней средой, но не связанные с изменением химического состава древесины.

Физические свойства объединены в восемь групп: свойства, характеризующие внешний вид древесины; влажность и свойства, связанные с ее изменением; плотность; проницаемость жидкостями и газами; тепловые, электрические и звуковые свойства, а также свойства, проявляющиеся при воздействии излучений.

Внешний вид древесины одно из существенных свойств, влияющее на потребительские качества изделия и определяющее спрос на товары и предметы потребления, изготовленные с применением древесины. Внешний вид древесины характеризуется цветом, блеском, текстурой и макроструктурой.

Цвет – это зрительное ощущение внешнего вида древесины, зависящее от спектрального состава светового потока, отраженного от ее поверхности. В настоящее время понятие цвета обрело количественную оценку. Для оценки этого свойства используют колориметрические показатели: цветовой тон, чистота и светлота. Цветовой тон определяется длиной волны отраженного чистого спектрального цвета и может изменяться от 100 до 0 %.

Цветовые оттенки древесине придают вещества, заключенные в ее клетках. В основном это дубильные, красящие вещества и смолы. Также на цвет древесины оказывают влияние климатические условия в месте произрастания, порода, возраст, условия хранения древесины, температурные воздействия, физические или химические факторы. Древесина тропиче-

ских пород окрашена более ярко, чем породы умеренного пояса. С возрастом дерева увеличивается интенсивность окраски древесины. Немаловажное значение имеют и условия хранения древесины. Длительное хранение древесины в воде оказывает влияние на ее окраску. Так, например, древесина дуба, долгое время пролежавшая в воде, при распиливании на доски или строгании шпона приобретает темно-коричневый и даже черный очень красивый цвет (мореный дуб). Изделия из такой древесины очень востребованы. Другой пример, под влиянием света и воздуха древесина многих пород наоборот теряет свою яркость, приобретая на открытом воздухе сероватую окраску. Для того чтобы избежать этого используют различные способы защиты древесины от воздействия атмосферных условий.

Цвет древесины имеет важное значение в производстве музыкальных инструментов, мебели и других бытовых предметов. В последнее время появились технологии, позволяющие получать желаемый цвет древесины различной обработкой: пропариванием (бук), протравливанием (дуб, каштан), окрашиванием различными красящими веществами.

Блеск

Блеск придает древесине красивый внешний вид. Для улучшения этого свойства и защиты древесины от воздействия вредных атмосферных условий поверхности изделий лакируют, полируют, вошлат, оклеивают прозрачными пленками.

Блеск – это способность отражать световой поток. Блеск древесины зависит от ее плотности, качества обработки поверхности и структуры. Особенно на блеск влияет наличие сердцевинных лучей, их количество, размеры и расположение в плоскости разреза, так как они обладают способностью направленно отражать свет, особенно на радиальных разрезах. Чем меньше неровности поверхности, тем больше блеск. Особым блеском отличается древесина дуба, бука, платана, клена, бархатного дерева.

Текстура

Текстура – это рисунок, образующийся на поверхности древесины вследствие перерезания ее анатомических элементов. Чем сложнее строение древесины, разнообразнее набор анатомических элементов, ее составляющих, тем ярче текстура. Она определяется шириной годичных слоев,

различием в окраске ранней и поздней древесины, наличием крупных сосудов и шириной сердцевинных лучей, неправильным расположением волокон.

У хвойных пород строение древесины более простое и поэтому они имеют красивую текстуру только на тангенциальном разрезе из-за разницы в цвете между ранней и поздней древесиной и извилистых линий годовичных слоев.

Лиственные породы особенно кольцесосудистые с крупными сосудами и хорошо видимыми годовичными слоями (ясень), а также многочисленными узкими или широкими сердцевинными лучами (дуб, бук, ильм) имеют очень красивую текстуру и на радиальном и на тангенциальном разрезах. Очень красивую текстуру имеет древесина наростов (капов) с неправильным расположением волокон, карельская «узорчатая» древесина, текстура клена «птичий глаз».

Вообще, при выборе древесины для изготовления изделия, важно выбрать направление раскроя древесины, которое определит наиболее подходящую текстуру. Текстура так же, как цвет, определяет декоративную ценность древесины и может быть улучшена с помощью пропитывания древесины красящими растворами с последующей отделкой вышеперечисленными способами. Так, например, покрытие поверхности лаком, увеличивает прозрачность поверхностных слоев, что способствует зрительному восприятию глубины текстуры.

Макроструктура

Для оценки качества древесины по ее внешнему виду используют такие характеристики макроструктуры, как ширина годовичных слоев, содержание поздней древесины в годовичном слое, степень равнослойности, равноплотности.

Ширина годовичных слоев определяется числом годовичных слоев, расположенных на отрезке длиной 1 см, отмеренном в радиальном направлении на торцовом срезе. Метод определения числа годовичных слоев и содержания поздней древесины проводится по ГОСТ16483.18–72¹.

¹ *Древесина. Метод определения числа годовичных слоев в 1 см и содержания поздней древесины в годовичном слое. М., 1999. 4 с.*

Ширина годичных слоев и содержание поздней древесины зависит от породы, условий произрастания, меняется по высоте и радиусу ствола. Содержание поздней древесины определяют только для хвойных и лиственных кольцесосудистых пород, так как у рассеяннососудистых пород нет четко выраженной границы между ранней и поздней древесиной. Чем выше процент поздней древесины, тем больше плотность древесины в целом, а, следовательно, выше ее механические свойства.

Степень равнослойности определяется разницей в числе годичных слоев на двух соседних участках длиной по 1 см. Этот показатель важен для характеристики резонансной способности древесины, используемой при изготовлении музыкальных инструментов.

Равноплотность древесины характеризует равномерность распределения механических тканей по ширине годичного слоя. Малой равноплотностью обладает древесина пород с резкой разницей в строении ранней и поздней древесины (лиственница, сосна, дуб, ясень). Высокую равноплотность имеют бук, клен, осина, ольха, груша и некоторые другие породы. Показатель равноплотности не имеет количественного значения.

Величина структурных неровностей. При обработке древесины режущими инструментами происходит перерезание полых анатомических элементов (самые крупные – сосуды) и на поверхности древесины образуются неровности. В кольцесосудистых породах, имеющих крупные сосуды, высота анатомических неровностей достигает 200 мкм. У большинства лиственных рассеяннососудистых пород – 30–100 мкм, у хвойных пород – 8–60 мкм. Так как древесина кольцесосудистых пород часто используется в качестве облицовочного материала, то перед лакированием при необходимости производится такая операция, как порозаполнение, а также грунтование, для создания ровной поверхности перед нанесением лака.

1.2.2. Свойства древесины, связанные с влажностью

Абсолютная и относительная влажность

Для нормальной жизнедеятельности в растущем дереве постоянно находится влага. Влажность в дереве распределена неравномерно. У хвойных пород влажность заболони в 2–4 раза выше влажности ядра и спелой древесины. У лиственных пород существенной разницы во влажности между периферической и центральной частями ствола нет. По высоте

ствола влажность заболони хвойных пород увеличивается от комля к вершине, а влажность ядра не изменяется. У лиственных ядровых пород наоборот влажность заболони не меняется, а влажность ядра вверх по стволу уменьшается. У лиственных безъядровых пород влажность увеличивается от комля к вершине. Проведенные исследования¹ показывают, что максимум влаги в стволе растущего дерева содержится в зимний период (ноябрь–февраль), минимум – в летний (июль–август), причем в ядровых и спелодревесных хвойных породах изменяется, только влажность заболони за счет увеличения или уменьшения свободной влаги. Так как свободная влага легко испаряется, можно считать, что изменения влажности растущего дерева для выбора времени рубки значения не имеют.

После спиливания влага также находится в древесине, но процесс ее движения по древесине претерпевает значительные изменения. Процесс фотосинтеза прекращается, движения воды от корней к вершине останавливается, и влага начинает испаряться с поверхности древесины, причем испарение идет быстрее, чем поступление влаги из внутренних полостей к поверхности. Так как все физические свойства древесины, как материала, существенно зависят от содержания влаги (чем меньше влаги находится в древесине, тем стабильнее свойства), то необходимо разобраться в процессах, происходящих в древесине.

Древесина состоит из клеток, полости которых соединены между собой порами и образуют капиллярную систему, обладающую сравнительно хорошей проницаемостью для жидкостей и газов в направлении вдоль волокон и значительно меньшей поперек волокон. Влага находится в древесине и заполняет все полости и клетки, перемещаясь по капиллярам. Различают две формы влаги, находящейся в древесине. Свободная и связанная.

Свободная влага находится в полостях клеток и в межклеточных пространствах и достаточно легко поддается удалению. Перемещение влаги происходит по макрокапиллярной системе. Связанная влага находится в толще клеточных оболочек, перемещается по микрокапиллярам и удалить ее из древесины, сложнее, чем свободную влагу.

Клеточные стенки имеют слоистую структуру. В этих слоях выделяются структурные образования – макрофибриллы. Между макрофибриллами и внутри них имеются небольшие пространства, заполненные водой и воз-

¹ Перельгин. Л. М. Указ. соч.

духом. Эти пространства формируют в клеточных стенках свою капиллярную систему, более тонкую, чем система полостей клеток. Система сообщающихся пространств в стенках клеток является микрокапиллярной системой.

Связанная, или гигроскопическая, вода содержится в стенках клеток. Она, в свою очередь, разделяется на адсорбционную и микрокапиллярную. Адсорбционная вода сорбирована поверхностью фибрилл и связана с древесинным веществом физико-химическими силами поверхностного взаимодействия. Микрокапиллярная вода, связанная с древесиной силами капиллярного взаимодействия, находится частично в свободных от древесинного вещества пространствах клеточных стенок, а в основном заполняет неровности и углубления на поверхности полостей клеток.

Количественной характеристикой содержания воды в древесине является влажность. Влажность измеряется в процентах. Различают абсолютную и относительную влажность.

Абсолютная влажность – это выраженное в процентах отношение массы воды, содержащейся в данном объеме древесины, к массе абсолютно сухой древесины. Абсолютная влажность

$$W = \frac{m - m_0}{m_0} 100, \quad (1.1)$$

где W – абсолютная влажность, %; m – масса образца влажной древесины, г; m_0 – масса этого же образца в абсолютно сухом состоянии, г.

Относительная влажность – это выраженное в процентах отношение массы воды, содержащейся в данном объеме древесины, к ее массе во влажном состоянии. Относительная влажность

$$W_{отн} = \frac{m - m_0}{m} 100, \quad (1.2)$$

где $W_{отн}$ – относительная влажность, %; m – масса образца влажной древесины, г; m_0 – масса этого же образца в абсолютно сухом состоянии, г.

При использовании термина влажность в основном имеют ввиду абсолютную влажность или так называемую технологическую влажность. Относительная влажность используется в качестве показателя значительно реже.

Различают следующие степени влажности древесины. Это:

- мокрая – длительное время находившаяся в воде, $W > 100$ %;

- свежесрубленная – сохранившая влажность растущего дерева, $W = 50\text{--}100\%$;
- воздушно-сухая – выдержанная на открытом воздухе, $W = 15\text{--}20\%$;
- комнатно-сухая – долгое время находившаяся в отапливаемом помещении, $W = 8\text{--}12\%$;
- абсолютно сухая – высушенная при температуре $103 \pm 2^\circ \text{C}$, $W = 0\%$.

Влажность в растущем дереве распределена неравномерно как по радиусу, так и по высоте ствола. У хвойных пород влажность заболони в 2–4 раза выше влажности ядра и спелой древесины. У лиственных пород существенной разницы во влажности между периферической и центральной частями ствола нет. По высоте ствола влажность заболони хвойных пород увеличивается от комля к вершине, а влажность ядра остается практически неизменной. У лиственных ядровых пород влажность заболони практически не изменяется, а влажность ядра вверх по стволу уменьшается. У лиственных безъядровых пород влажность увеличивается от комля к вершине.

Влажность определяют прямыми и косвенными методами. Прямые основаны на выделении влаги из древесины, к ним относятся метод высушивания и метод дистилляции. Наибольшее распространение имеет весовой метод в соответствии с ГОСТ 16483.7–71¹, которым можно определить влажность с точностью до 0,1 %. В соответствии с этим методом пробы на влажность высушиваются в сушильном шкафу при температуре $103 \pm 2^\circ \text{C}$ до полного выделения влаги. Образцы взвешиваются до и после сушки. Влажность определяют по формулам (1.1) и (1.2).

Однако применение данного метода в практических целях достаточно ограничено. Это связано с длительностью процесса и сложностью проведения измерений. Наибольшее распространение получили кондуктометрические электровлагомеры, принцип действия которых основан на электропроводности древесины, зависящей от влажности и температуры. Недостатком кондуктометрических влагомеров является то, что они дают значения локальной влажности в месте внедрения игловок датчика в древесину. Погрешность при определении влажности этим способом составляет 1,5 %. Кроме того, при измерении влажности древесины более 30 % погрешность увеличивается.

¹ *Древесина. Методы определения влажности*. М., 2006. 4 с.

Высыхание древесины

После спиливания дерева и раскроя его на пиломатериалы начинается постепенное уменьшение влажности древесины. Процесс высыхания древесины заключается в испарении влаги с поверхности и перемещении ее из внутренних, более влажных слоев к наружным. Сначала испаряется свободная влага, а затем связанная. Испарение влаги с поверхности древесины происходит быстрее, чем ее продвижение к периферии и этим обуславливается неравномерность распределения влажности в слоях древесины. В тонких пиломатериалах эта неравномерность быстро уменьшается, а в толстых влажность выравнивается медленно, и неравномерно.

Изменение влажности древесины по толщине, ширине или длине сортамента называется градиентом влажности.

Механизм перемещения влаги в древесине в процессе ее высыхания очень сложен, попробуем разобраться в этом процессе с определенными приближениями и упрощениями. Все зависит от состояния древесины на момент начала наблюдения. Мы уже знаем, что есть свободная влага и связанная, и что свободная влага удаляется в первую очередь. В свежесрубленном дереве находится два вида влаги, причем связанной влаги в клеточных стенках содержится максимальное количество. По мере высыхания свободная влага испаряется. Наступает момент, когда в клеточных стенках содержится максимальное количество воды равное влаге, находящейся в полостях клеток. Это состояние называется *пределом насыщения клеточных стенок*¹. Дальнейшее высыхание древесины происходит за счет удаления связанной влаги из клеточных стенок. С удалением влаги одновременно уменьшается и площадь поверхности клеточных стенок, в углублениях которых удерживается связанная влага. Предел насыщения $W_{п.н.}$ связан с плотностью древесины.

$$W_{п.н.} = \left(\frac{1}{\rho_g} - \frac{1}{\rho_0} \right) \rho_g 100, \quad (1.3)$$

где $W_{п.н.}$ — предел насыщения клеточных стенок, %; ρ_g и ρ_0 — соответственно базисная плотность древесины и плотность абсолютно сухой древесины, г/см³; ρ_g — плотность связанной воды, г/см³.

¹ Уголев Б. Н. Указ. соч.

Проведенные исследования показали, что $W_{п.н.}$ для разных пород имеет разное значение и зависит от плотности древесины. Так для пихты 38 %, а для граба 24 %, с увеличением плотности значение $W_{п.н.}$ уменьшается.

При влажности выше $W_{п.н.}$, когда в древесине есть не только связанная, но и свободная влага, возможно лишь передвижение свободной влаги в виде жидкости под действием внешних сил (например, разности гидростатического или избыточного давления). В этом случае передвижение свободной влаги будет определяться влагопроводностью (или «капиллярной проницаемостью» древесины). Влагопроводность определяет способность древесины проводить связанную влагу, а коэффициент влагопроводности характеризует интенсивность ее перемещения.

Интенсивность высыхания древесины зависит от коэффициента влагопроводности. Основные факторы, определяющие коэффициент влагопроводности древесины, следующие: влажность древесины, температура, положение в стволе (заболонь или ядро и спелая древесина), плотность, направление (вдоль волокон и поперек волокон – радиальное или тангенциальное).

При повышенной влажности коэффициент влагопроводности сначала увеличивается, достигает максимума при влажности 22–24 %, затем снижается.

С повышением температуры древесины коэффициент влагопроводности также повышается. Это вызвано тем, что возрастает интенсивность передвижения паров воды и влаги вследствие уменьшения вязкости.

Влагопроводность в радиальном направлении больше, чем в тангенциальном, это объясняется влиянием сердцевинных лучей. Чем шире лучи, тем различие больше. Так, отношение коэффициентов влагопроводности в радиальном и тангенциальном направлениях у сосны равно 1,15, у дуба 1,5, а у бука 1,7¹.

Коэффициент влагопроводности древесины вдоль волокон в 12–18 раз больше, чем поперек волокон направления; это объясняется тем, что вдоль волокон влага передвигается по тем же водопроводящим путям, по которым происходит передвижение ее в растущем дереве.

Коэффициенты влагопроводности используются при расчете технологических процессов сушки древесины и применяемого оборудования.

¹ Перелыгин Л. М. Указ. соч.

Наиболее распространенными промышленными способами сушки являются атмосферная и камерная.

При камерной сушке пиломатериалов в закрытых сушильных установках, оборудованных нагревательными устройствами, интенсивность процесса удаления влаги выше. Пиломатериалы можно высушить до более низкой влажности значительно быстрее. Так, нормативная продолжительность сушки досок толщиной 50 мм от влажности 60 до 12 % составляет 5 суток.

При атмосферной сушке пиломатериалов в штабелях на открытом воздухе продолжительность сушки сравнительно велика. Время, необходимое для сушки свежеспиленной доски толщиной 35–50 мм до транспортной влажности (около 20 %) следующее: при укладке досок для сушки в апреле–мае 43–51 суток, июне–июле 22–43 суток, августе–сентябре 43–51 суток. Срок сушки древесины почти на порядок больше, да и высушить древесину таким способом до влажности 12 % не получится. Тем не менее, этот способ сушки целесообразно использовать при определенных условиях, для снижения себестоимости процесса сушки.

При атмосферной и камерной сушке, а также просто при выдержке древесины в комнатных или иных условиях удаление влаги из древесины прекращается только после того, когда влага равномерно распределится в древесине, а влажность древесины будет соответствовать температуре и относительной влажности окружающего воздуха; это состояние древесины называется равновесным, а влажность древесины – устойчивой.

Однако в действительности, в связи с тем, что климатические условия постоянно изменяются, то и состояние устойчивости также находится в движении. Древесина или отдает влагу, или наоборот забирает влагу из окружающего воздуха.

Усушка древесины

В процессе высыхания и удаление связанной влаги из древесины происходит уменьшение ее линейных размеров и объема. Этот процесс называется усушкой древесины. Уменьшение содержания свободной влаги от свежесрубленного или мокрого состояния до предела насыщения клеточных стенок не является усушкой. Процесс усушки начинается

при наличии влаги в древесине ниже предела насыщения клеточных стенок.

Строение древесины и нахождение влаги в ней обуславливают и пределы изменения линейных размеров древесины. Связанная влага, находится в клеточных оболочках в промежутках между микрофибриллами и внутри самих микрофибрилл, которые ориентированы вдоль оси клетки. Удаление связанной влаги приведет к уменьшению толщины клеточных оболочек и уменьшению поперечных размеров клетки. Поэтому наибольшая усушка древесины будет наблюдаться в поперечных направлениях. Продольная усушка, которая обусловлена некоторым наклоном микрофибрилл, меньше, и составляет лишь долю от основной поперечной деформации древесины.

Под полной усушкой β_{max} понимают уменьшение линейных размеров или объема древесины при удалении всего количества связанной влаги. Поэтому для установления полной усушки влажность должна быть снижена от предела насыщения клеточных стенок до нуля.

Формула для вычисления полной усушки

$$\beta_{max} = \frac{a_{max} - a_{min}}{a_{max}} 100, \quad (1.4)$$

где β_{max} – полная усушка, %; a_{max} и a_{min} – линейный размер, мм, или объем, мм³, образца при влажности равной пределу насыщения клеточных стенок и в абсолютно сухом состоянии.

Определение полной и объемной усушки проводят в соответствии с ГОСТ 16483.35–88¹. Наибольшая линейная усушка большинства отечественных пород в тангенциальном направлении 8–10 %, в радиальном направлении полная усушка составляет 3–7 %, а вдоль волокон величина усушки в десятки раз меньше и составляет 0,1–0,3 %. Полная объемная усушка в среднем составляет 11–17 %.

Для расчетов деформации древесины при усушке используют коэффициент усушки K_β , определяющий величину усушки при снижении содержания связанной влаги в древесине на 1 %.

$$K_\beta = \frac{\beta_{max}}{W_{п.н.}}, \quad (1.5)$$

где K_β – коэффициент усушки, %; β_{max} – полная усушка, %; $W_{п.н.}$ – предел насыщения клеточных стенок, %.

¹ Древесина. Метод определения разбухания. М., 1999. 6 с.

При раскрое бревен на доски и брус обычно бревна находятся во влажном состоянии. При последующей сушке пиломатериалы изменяют свои размеры. Чтобы этого не произошло, размеры пиломатериалов при распиловке бревен задают с учетом припусков на усушку.

Деформационные изменения древесины при сушке. Коробление

Как отмечалось ранее, при сушке древесины изменение влажности происходит неравномерно. Быстрее высыхают поверхностные слои, а затем внутренние. Перераспределение влажности приводит к изменению размеров и возникновению внутренних напряжений в слоях древесины. Причем, чем быстрее процесс сушки, тем большая вероятность появления внутренних напряжений и получения бракованной продукции. При атмосферной сушке процесс протекает медленнее, чем при камерной и вероятность появления внутренних напряжений в древесине незначительна.

Появление внутренних напряжений в древесине следует рассматривать как совокупность двух составляющих – влажностных и остаточных напряжений.

Влажностные напряжения вызваны неоднородной усушкой материала по объему, обусловленной в свою очередь неравномерным распределением в нем связанной влаги. Это временные напряжения, исчезающие при выравнивании влажности, когда каждый участок сортимента имеет возможность принять объем, соответствующий его влажности.

Остаточные напряжения обусловлены появлением в древесине неоднородных остаточных деформаций. Остаточные напряжения в отличие от влажностных не исчезают при выравнивании влажности в сортименте. Такое разделение полных внутренних напряжений является лишь схематизацией явления, облегчающей анализ и исследование напряженного состояния древесины во время ее высыхания.

Рассмотрим, динамику процесса сушки древесины. Вначале влажность по всему объему выше предела насыщения клеточных стенок, усушки нет, и напряжения отсутствуют. При уменьшении влажности поверхностных слоев ниже предела насыщения клеточных стенок, они начинают подвергаться усушке (рис. 1.22, а). Однако внутренние слои, в которых еще при-

существует свободная влага и усушка которых еще не началась, противодействуют этому. Таким образом, в рассматриваемый момент поверхностные слои древесины начинают уменьшаться в объеме, но внутренние слои еще не изменили свой объем и препятствуют уменьшению объема поверхностных слоев. Появляются напряжения между слоями, причем внутренние слои не позволяют поверхностным слоям уменьшиться в объеме и растягивают их. Поэтому в поверхностных слоях появляются растягивающие напряжения. В свою очередь, поверхностные слои стремятся сжать внутренние. И во внутренних слоях появляются напряжения сжатия. Внутренние напряжения, возникающие в древесине без приложения внешних нагрузок, всегда уравниваются. Для того чтобы их обнаружить, необходимо нарушить это равновесие и разделить образец на части. Каждая часть будет стремиться к новому равновесному состоянию, которое возможно только за счет ее деформации. Образец (рис. 1.22, а) имеет внутренние напряжения, если в этот момент его распилить по толщине, то оставшиеся самостоятельные образцы под действием внутренних напряжений примут новое равновесное состояние, но при этом произойдет деформация образца (рис. 1.22, б).

Допустим, не разрезая образец продолжаем сушить его дальше. Поверхностные слои древесины продолжают уменьшаться в объеме и распространяться вглубь образца. Внутренние слои пока не изменили свой объем и также препятствуют уменьшению объема поверхностных слоев. Внутренние напряжения продолжают расти (рис. 1.22, а). Если наступит момент, когда растягивающие внутренние напряжения в поверхностных слоях превысят предел прочности на растяжение поперек волокон, произойдет растрескивание древесины (рис. 1.22, в), внутренние напряжения уменьшатся или исчезнут и образец примет новое равновесное состояние. Но наличие трещин усушки снизит товарное качество материала.

В конце сушки распределение внутренних напряжений в образце меняется на противоположную. Связанной влаги внутри образца уже нет, древесина максимально уменьшила свой внутренний объем, но часть влаги еще продолжает перемещаться к поверхностным слоям и поэтому во внутренних слоях появляются напряжения растяжения, а в поверхностных слоях - напряжения сжатия (рис. 1.22, г). Если в этот момент его распилить по толщине, то оставшиеся самостоятельные образцы под действием внут-

ренных напряжений примут новое равновесное состояние, произойдет деформация образца, но при этом характер деформации будет уже другим (рис. 1.22, д).

Если бы древесина была идеально упругим материалом, то внутренние напряжения по мере уменьшения влажности постепенно снижались и исчезали при полном выравнивании влажности. Но этого не происходит, древесина становится более жесткой, и упругие деформации перерождаются в остаточные деформации.

Если в начале сушки трещины могут появиться на поверхности образца (рис. 1.22, в), то в конце – внутри (рис. 1.22, е). Эти трещины обычно имеют радиальное направление.

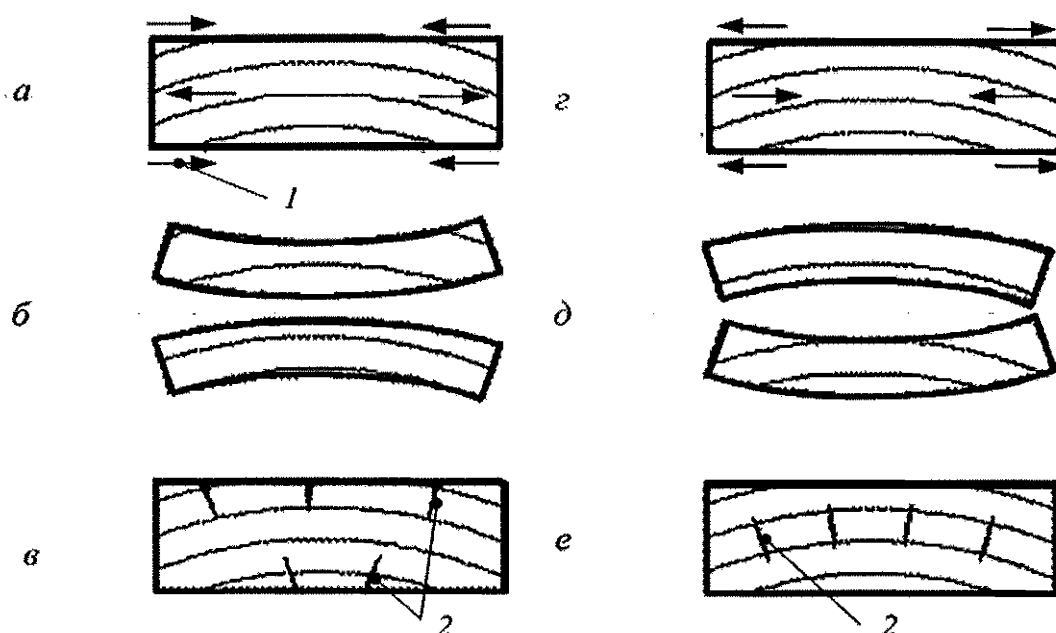


Рис. 1.22. Схема возникновения внутренних напряжений и появление трещин

при сушке образца древесины:

а – в начальный момент сушки;

б, д – деление образца по толщине;

в – появление трещин усушки на поверхности;

г – в конце сушки;

е – появление трещин усушки внутри

При сушке главное создать такие условия, при которых внутренние напряжения, возникающие в древесине, будут минимальными и не только

не достигают предела прочности на растяжение поперек волокон с образованием трещин, но, и чтобы при дальнейшей механической обработке остаточные деформации были сведены к минимуму.

Короблением древесины называется изменение заданной формы пиломатериалов и заготовок при высыхании или увлажнении. Различают поперечное и продольное коробление. Поперечное коробление выражается в изменении формы сечения сортимента. Например, квадратная форма сечения бруска после высыхания становится прямоугольной и даже ромбической (рис. 1.23, а, б, в), плоская доска приобретает желобчатую форму (рис. 1.23, г) и т. д. Поперечное коробление вызывается различием между радиальной и тангенциальной усушкой: внутренняя (обращенная к сердцевине) пласть доски ближе к чисто радиальному направлению, а внешняя — к тангенциальному, поэтому размеры разных частей досок изменяются неодинаково. Поперечное коробление досок бревна тем больше, чем ближе к сердцевине расположена доска¹.

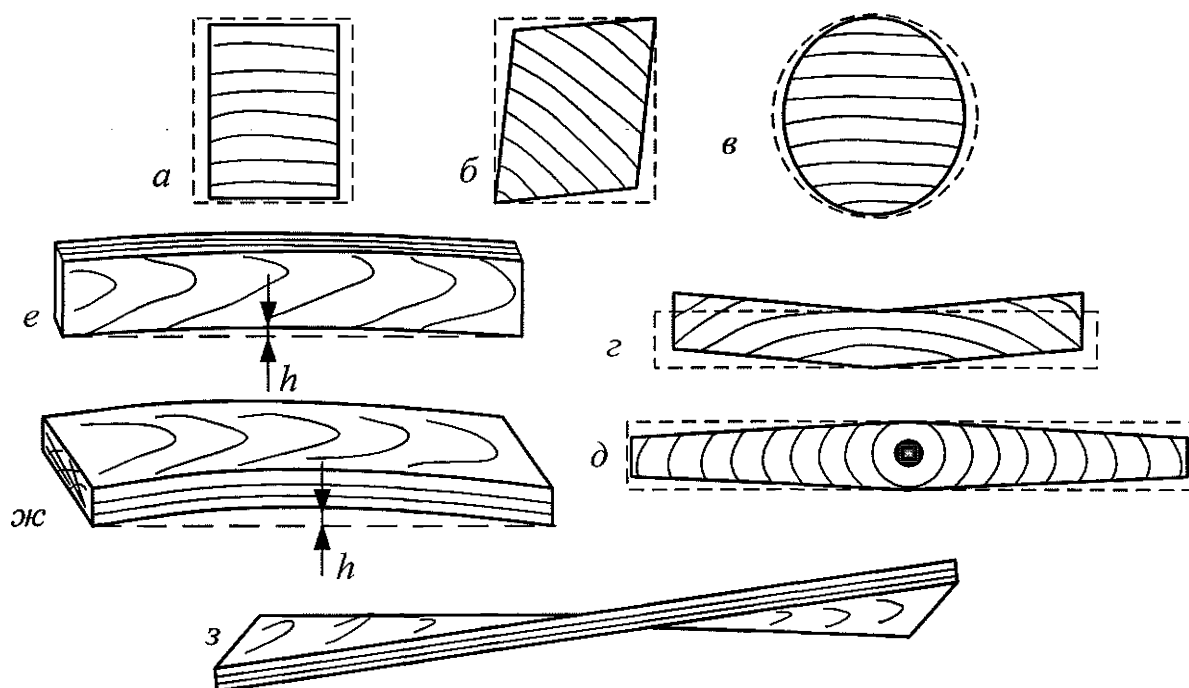


Рис. 1.23. Виды коробления:

- а, б, в — брусков с различным расположением годовичных слоев;
г, д — досок центральной и боковой; е — продольная по кромке;
е — продольная по пласти;
ж — винтовая покособленность

¹ Перельгин. Л. М. Указ. соч.

Продольное коробление наблюдается двух видов: в форме выгибания (по длине), когда прямая доска после высыхания становится дугообразной (рис. 1.23, е, ж), и в форме перекручивания, когда плоская доска принимает форму винтовой поверхности (рис. 1.23, з). Первый вид коробления вызывается разницей усушки вдоль волокон между двумя зонами древесины (например, если в бруске одновременно имеется заболонь и ядро или нормальная и кренивая древесина), второй является следствием наклона волокон.

Влагопоглощение

Влагопоглощение – это способность древесины увеличивать содержание связанной воды за счет поглощения паров воды из окружающего воздуха. Поглощение воды из воздуха происходит постепенно, замедляясь до предела гигроскопичности.

Предел гигроскопичности – это состояние древесины, при котором произошло максимально возможное поглощение количества связанной воды, но при этом она не содержит свободной влаги. При температуре 15–20 °С предел гигроскопичности равен пределу насыщения клеточных стенок, но как показали исследования, проведенные П.С. Сергиевским и Я. Н. Станко, области применения этих терминов должны быть различными¹. Для всех отечественных пород в практических расчетах он принимается равным 30 %. С увеличением или снижением температуры предел гигроскопичности уменьшается. Показатель предела гигроскопичности может быть определен по ГОСТ 16483.32–77².

Замедление процесса поглощения влаги и выделение тепла указывают на то, что наряду с адсорбцией происходит и конденсация влаги в микрокапиллярах клеточной оболочки. Адсорбционная влага и влага микрокапиллярная находится в оболочках клеток и своей совокупностью образует связанную влагу. Свободной влаги, заполняющей полости клеток, при влагопоглощении не образуется.

При одинаковых условиях влагопоглощение древесины не зависит от породы, а также нет большой разницы во влагопоглощении древесины ядра и заболони. Изделия из древесины в помещениях, где температура и

¹ Уголев, Б. Н. Указ. соч.

² Древесина. Метод определения предела гигроскопичности. М., 1999. 7 с.

влажность воздуха меняются, соответственно изменяют свою влажность в пределах 11–13 %. Испытания древесины на влагопоглощение проводят в соответствии с ГОСТ 16483.19–72¹.

Способность древесины поглощать влагу из воздуха является ее отрицательным свойством, поэтому для уменьшения влагопоглощения применяются различные способы защиты, как самой древесины, так и изделий из нее. Изделия покрывают красками и лаками. В последнее время для защиты древесины применяют способы модифицирования древесины полимерными материалами, что позволяет повысить ее эксплуатационные свойства.

Разбухание

Разбухание – это процесс увеличения размеров анатомических элементов и древесины в целом, связанный с поглощением влаги клеточными стенками. Разбухание происходит при контакте древесины с водой или с влажным воздухом. Разбухание и усушка – процессы обратные и подчиняются одним и тем же количественным закономерностям.

Формула для вычисления разбухания

$$\alpha_{max} = \frac{a_{max} - a_{min}}{a_{min}} 100, \quad (1.6)$$

где α_{max} – разбухание, %; a_{max} и a_{min} – линейный размер, мм, или объем, мм³, образца при влажности, равной пределу насыщения клеточных стенок и в абсолютно сухом состоянии.

Для расчетов деформации древесины при разбухании используют коэффициент разбухания K_α , определяющий величину разбухания при увеличении содержания связанной влаги в древесине на 1 %.

$$K_\alpha = \frac{\alpha_{max}}{W_{п.н.}}, \quad (1.7)$$

где K_α – коэффициент разбухания, %; α_{max} – полное разбухание, %; $W_{п.н.}$ – предел насыщения клеточных стенок, %.

Также как и при усушке, наибольшее разбухание наблюдается в тангенциальном направлении поперек волокон, а наименьшее – вдоль волокон.

¹ *Древесина. Метод определения влагопоглощения.* М., 1999. 4 с.

Водопоглощение

Вследствие своего строения древесина способна увеличивать влажность при контакте с водой. Это свойство древесины называется *водопоглощением*. Максимальная влажность W_{max} , которую может впитать погруженная в воду древесина, будет складываться из предельного количества связанной и свободной влаги

$$W_{max} = W_{п.н.} + \frac{(\rho_{д.в.} - \rho_0)\rho_v}{\rho_{д.в.}\rho_0} 100, \quad (1.8)$$

где W_{max} , – максимальная влажность, %; $W_{п.н.}$ – предел насыщения клеточных стенок, %; $\rho_{д.в.}$ – плотность древесинного вещества, г/см³; ρ_0 – плотность древесины в абсолютно сухом состоянии, г/см³; и плотность абсолютно сухой древесины, г/см³; ρ_v – плотность связанной воды, г/см³.

Для отечественных пород расчетные значения W_{max} находятся в диапазоне 100–270 %. Экспериментальные значения несколько ниже, так как не все пустоты в древесине заполняются водой, например, из-за наличия смолы.

Погруженная в воду, древесина достигает состояния насыщения через довольно большой промежуток времени; распределение влаги при этом вначале резко неравномерно, и выравнивание влажности также занимает продолжительное время. Так, древесина сосны после пребывания в воде в течение года поглотила 202 % влаги – древесина заболони и 126 % влаги – древесина ядра.

Водопоглощение зависит от породы, начальной влажности, температуры, а также от формы и размеров образца. Так, водопоглощение ядровой древесины меньше, чем заболонной; с увеличением плотности водопоглощение уменьшается. Чем больше размер образца, тем медленнее процесс водопоглощения. Форма образца имеет существенное значение для скорости поглощения: поглощение воды происходит главным образом через торцовые поверхности, поэтому образцы с большой торцовой поверхностью поглощают воду значительно быстрее.

Определение водопоглощения используют с применением ГОСТ 16483.20–72¹.

¹ Древесина. Метод определения водопоглощения. М., 1999. 4 с.

Способность древесины поглощать воду и другие жидкости имеет значение в процессах химической переработки древесины для получения целлюлозы, при пропитке ее антисептиками, антипиренами и другими веществами.

1.2.3. Плотность древесины

Плотность древесинного вещества, которое образует оболочки клеток, мало зависит от породы древесины. Это объясняется практически одинаковым химическим составом клеточных стенок древесины различных пород. Экспериментально было подтверждено и принято значение плотности древесинного вещества равное $1,53 \text{ г/см}^3$. Плотность древесины дерева меньше плотности древесинного вещества, т. к. в ней находятся пустоты клеток и межклеточные пространства, заполненные воздухом, и она зависит от породы древесины.

Плотность древесины – это отношение массы древесины к ее объему. Плотность абсолютно сухой древесины

$$\rho_0 = \frac{m_0}{V_0}, \quad (1.9)$$

где ρ_0 – плотность абсолютно сухой древесины, г/см^3 ; m_0 – масса древесины, г; V_0 – объем древесины см^3 ; при $W = 0 \%$.

Плотность существенно зависит от влажности древесины. В справочной литературе обычно приводятся данные о плотности древесины при влажности 15 %. В настоящее время показатели физико-механических свойств древесины определяют при влажности 12 %.

Плотность влажной древесины

$$\rho_w = \frac{m_w}{V_w}, \quad (1.10)$$

где ρ_w – плотность абсолютно сухой древесины, г/см^3 ; m_w – масса древесины, г; V_w – объем древесины при существующей влажности W , см^3 .

Объем древесины

$$V_w = a \cdot b \cdot l, \quad (1.11)$$

где V_w – объем древесины при существующей влажности W , %, a , b , l – размеры образца древесины.

Увлажнение абсолютно сухой древесины приводит к увеличению массы образца, но при этом увеличение содержания связанной воды в древесине вызывает ее разбухание. Поэтому рост плотности с увеличением

влажности до 30 % незначителен. Дальнейший рост влажности означает увеличение содержания свободной воды, что ведет только к увеличению массы древесины, объем остается без изменений, поэтому плотность увеличивается. Наибольшую плотность древесина имеет при максимальной влажности.

Лабораторная работа 4

Определение показателей
физических свойств древесины

Цель

Практическое освоение методики и техники определения показателей основных физических свойств древесины, овладение элементами научно-исследовательской работы в области древесиноведения.

Работа включает определение следующих показателей:

- 1) ширины годичных слоев и содержания в них поздней древесины;
- 2) влажности древесины разными способами;
- 3) усушки и разбухания древесины;
- 4) плотности древесины.

1. Определение ширины годичных слоев и содержания в них поздней древесины

Приборы, инструменты, раздаточный материал

Измерительная лупа, штангенциркуль, масштабная линейка; образцы древесины; журнал наблюдений.

Штангенциркуль ШЦ-11 (ГОСТ 166-89)¹ (рис. 1.24, а). Пределы измерений штангенциркуля: 0–160, 0–250, 0–400 мм. Штангенциркуль с двусторонним расположением губок представляет собой стальную штангу (измерительную линейку) 1 с делениями в 1 мм, на одном конце которой имеются измерительные губки.

На штангу надета подвижная рамка 2 с такими же измерительными губками. Закрепляется рамка винтом 3. На рамке имеется вспомогательная шкала – нониус 4, обеспечивающая точность отсчета 0,05 мм. Если губки штангенцирку-

¹ *Штангенциркули*. Технические условия. М., 2014. 11 с.

ля сомкнуты, то нулевые деления измерительной линейки и нониуса совпадают. Число десятых и сотых долей миллиметра равно порядковому номеру деления нониуса (считая от нуля), совпадающему с одним из делений штанги.

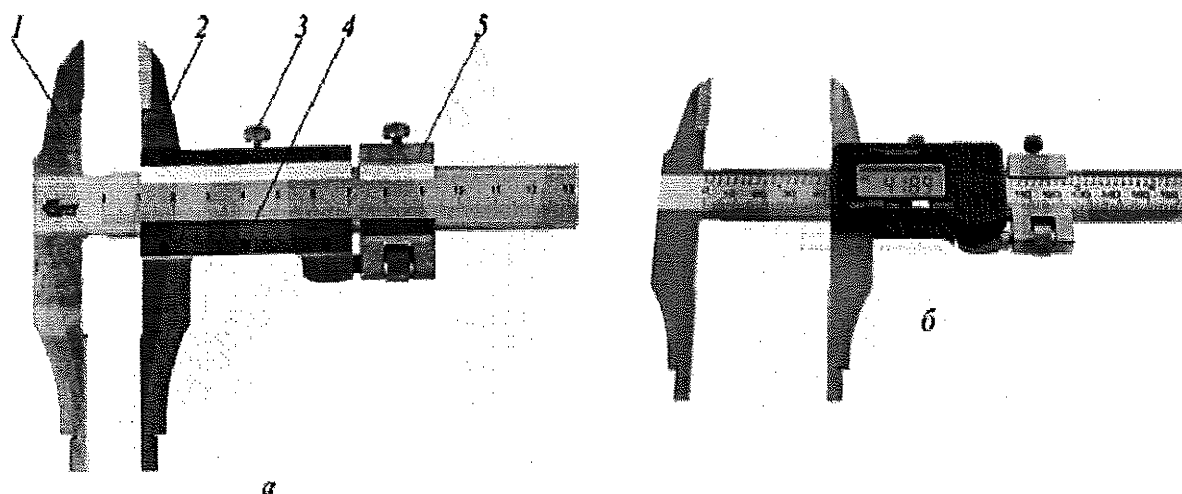


Рис. 1.24. Штангенциркуль с нониусом (а), электронный (б):

- 1 – штанга; 2 – рамка;
- 3 – винт; 4 – нониус;
- 5 – подача

При определении размеров целое число миллиметров отсчитывают по шкале линейки (штанги) до нулевого деления нониуса, а десятые и сотые доли миллиметра – по шкале нониуса.

Для контроля правильности проведенных измерений используется цифровой штангенциркуль ШЦЦ–1 0–250 0,01 1 кл. точности (рис. 1.24, б).

Подготовка к работе

Учебная группа делится на подгруппы, состоящие из 2–3 обучающихся. Каждой подгруппе устанавливается задание.

Для выполнения этой работы подготовить призматические образцы с основанием 20х20 мм и высотой (вдоль волокон) 30 мм. Два образца из древесины сосны с разным содержанием поздней древесины, а третий образец из древесины лиственной породы - березы. Образцы должны иметь гладкую торцовую поверхность. В образце из рассеяннососудистой породы определяют только ширину годичных слоев, так как границу между ранней и поздней древесиной годичного слоя установить трудно.

Измерительная лупа (рис. 1.25, а) состоит из обоймы 2 с плоским основанием. В нижней части обоймы укреплена шкала 3 с делениями в 0,1 мм. Сверху в обойму вдвигается окуляр 1. Для измерения лупу поместить на измеряемую поверхность так, чтобы лучи света падали на шкалу с делениями и произвести замер.

Порядок выполнения работы

Ширина годичных слоев характеризуется числом слоев, приходящихся на 1 см радиуса ствола. На торце каждого образца провести карандашом прямую линию в радиальном направлении (перпендикулярно границам годичных слоев) и отметить участок, равный примерно 2 см, который включает целое число годичных слоев (рис. 1.25, б). Установив лупу на исследуемый образец, отсчитать число делений, приходящихся на позднюю зону в первом годичном слое, затем во втором и т. д.

Затем масштабной линейкой или штангенциркулем измерить длину отрезка l с погрешностью 0,05 см и подсчитать количество годичных слоев N . Число годичных слоев в 1 см вычисляют по формуле¹

$$m = \frac{N}{l}, \quad (1.12)$$

где m – число годичных слоев в 1 см; N – количество годичных слоев в измеряемом участке; l – длина измеряемого участка, см.

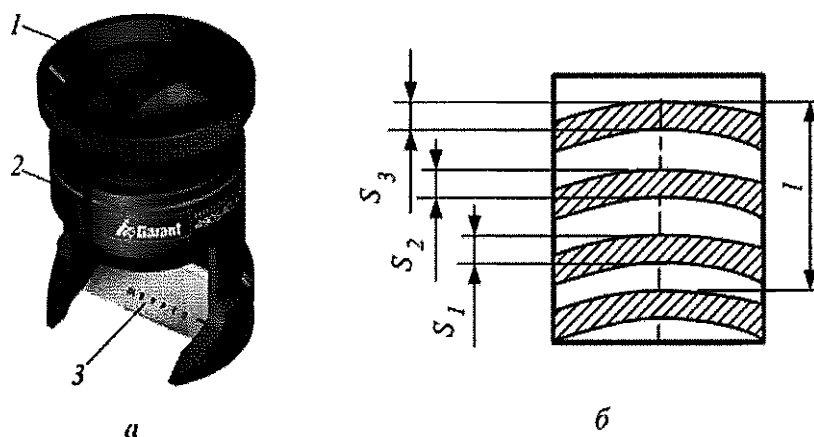


Рис. 1.25. Измерение ширины годичных слоев:

а – лупа; б – схема измерения;

1 – окуляр; 2 – обойма;

3 – шкала

¹ Уголев. Б. Н. Указ. соч.

Содержание поздней древесины выражается в процентах отношением суммарной ширины зон поздней древесины к общей протяженности (в радиальном направлении) участка измерения, включающего целое число слоев.

В каждом годичном слое образца хвойной породы на длине участка l измерить с помощью лупы ширину поздних зон с погрешностью до 0,1 мм.

Полученные результаты сложить: $S_1 + S_2 + \dots + S_n = \Sigma S$.

Процент поздней древесины m вычислить с округлением до 0,5 %

$$m = \frac{\Sigma S}{l} \cdot 100, \quad (1.13)$$

где m – содержание поздней древесины, %; ΣS – суммарная ширина поздней древесины, см; l – длина измеряемого участка, см.

Результаты измерений и вычислений занести в табл.1.3.

Таблица 1.3

**Показатели ширины годичных слоев
и содержания в них поздней древесины**

Номер образца	Длина измеряемого участка	Число годичных слоев		Номер по порядку годичных слоев	Ширина поздней древесины S , см	Суммарная ширина зон поздней древесины ΣS , см	Зон поздней древесины, m
		на участке измерения N	в 1 см				

2. Определение влажности древесины

Влажность древесины будем измерять прямым методом высушивания, которым можно определить влажность древесины с погрешностью до 0,1.

Приборы, оборудование, инструменты, расходный материал

Весы; сушильный шкаф; набор стеклянных или металлических бюкс; эксикаторы с безводным хлористым кальцием или серной кислотой концентрацией не ниже 94 %; электровлагомер марки КМТ–10; образцы и измельченная древесина; журнал для записи результатов.

В проводимых лабораторных работах используются лабораторные весы марки МАССА–К ВК (рис. 1.26).

Это электронные весы, имеющие жидкокристаллический индикатор с подсветкой. Может работать как от сети, так и от встроенного аккумулятора. Имеет функции подсчета суммарной массы, процентное взвешивание, счетный режим. Имеет интерфейс RS–232 для связи с персональным компьютером. Для проверки точности взвешивания имеет два вида калибровки: линейную и стандартную гирями класса F2.

Основные характеристики:

- наибольший предел взвешивания (НПВ), г – 600;
- цена деления, г – 0,01;
- вид весовой платформы – круглая;
- габаритные размеры весов, мм – 180x220x85;
- габаритные размеры платформы, мм – d-120;
- масса весов, кг – 2;
- диапазон рабочих температур – от +15 до +30 °С;
- выборка массы тары – во всем диапазоне взвешивания.

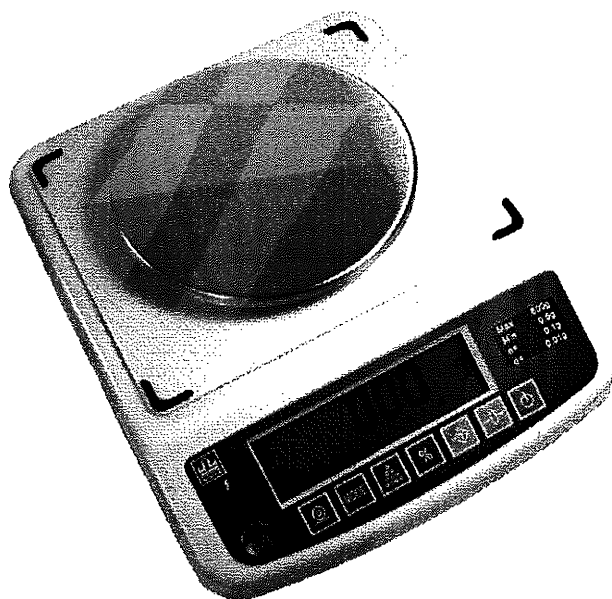


Рис. 1.26. Общий вид весов для взвешивания образцов МАССА–К ВК

Эта модель наиболее удобна в работе, поскольку ее применение исключает использование разновесов, а также весы имеют механизм компенсации тары, что значительно сокращает время взвешивания.

Для проведения работ, связанных с сушкой древесины, имеется сушильный шкаф СНОЛ 58/350 (рис. 1.27). Шкаф сушильный СНОЛ 58/350 предназначен

для сушки различных материалов и изделий, а также проведения различных аналитических работ при температуре до 350°C. С помощью СНОЛ 58/350 производится просушка образцов, реактивов, лабораторной посуды, инструментов, стерилизация, температурное тестирование, прокаливание, термическое старение, а также отпуск при невысоких температурах. По конструкции сушильный шкаф СНОЛ 58/350 представляет собой герметичную, электрически обогреваемую камеру. Нагревательный элемент расположен внутри рабочей камеры, а пространство между камерой и корпусом заполнено термоизоляционным материалом. Нагрев рабочей камеры производится со всех сторон, что позволяет поддерживать равномерную температуру по всему объему рабочего пространства, ускоряет процесс сушки, повышает точность испытаний.



Рис. 1.27. Общий вид сушильного шкафа СНОЛ 58/350

Для перемешивания воздуха в рабочей камере и повышения эффективности сушки имеется вентилятор. Вентиляционное отверстие располагается на задней

панели устройства. Автоматическое регулирование и поддержание заданной температуры внутри пространства рабочей камеры осуществляется с помощью микропроцессорного регулятора. Цифровое отображение текущей температуры внутри рабочей камеры. Шкаф имеет специальное отверстие для ввода контрольного термометра.

Наличие защитного заземления гарантирует безопасность от поражения электрическим током

В современных условиях в практике наибольшее распространение получили портативные влагомеры, отличающиеся компактностью и простотой измерения.

Измерение влажности контрольных образцов производится с применением портативного цифрового измерителя влажности древесины КМТ–10 (рис. 1.28).

В отличие от традиционного принципа измерения влажности за счет высушивания образца, цифровой влагомер КМТ – 10 использует контактно-волновой проникающий метод измерения влажности.

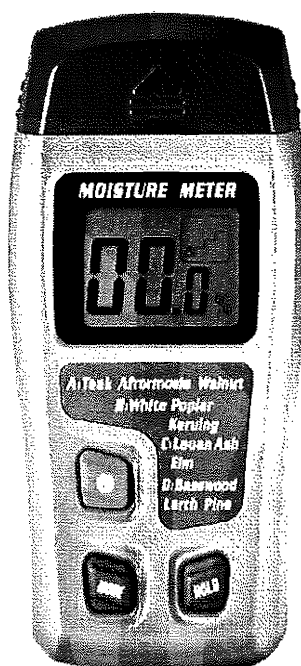


Рис. 1.28. Цифровой влагомер КМТ–10

Влагомер в состоянии быстро и точно измерить влажность фактически любой древесины, практически не повреждая образец. Достаточно снять защитный колпачок и воткнуть игольчатые контакты сенсора прибора в материал –

результат будет вычислен моментально. Погрешность измерения составляет $\pm 1,5$ % при влажности древесины до 30 %. При влажности выше 30 % погрешность значительно больше.

Подготовка к работе

Для определения влажности методом взвешивания надо заготовить измельченную древесину любых пород (можно смеси) в виде стружки или щепы (исходного материала для производства древесностружечных плит). Количество измельченной древесины должно составлять 150–200 г.

Измельченную древесину предварительно выдерживают над поверхностью воды, налитой в нижнюю часть эксикатора. Допускается вымачивать щепу в воде.

Массу малых образцов и особенно измельченной древесины определяют в бюксах, чтобы исключить искажение результатов из-за увлажнения или высыхания древесины во время взвешивания. Для определения влажности электровлагомером заготовить образцы древесины размером примерно $30 \times 30 \times 100$ мм или короткие отрезки досок разной влажности.

Порядок выполнения работы

Для определения влажности измельченной древесины, методом взвешивания сначала на аналитических весах определяют массу пустой бюксы m_1 с погрешностью 0,001 г.

Номер бюксы и ее массу записать в журнал наблюдений.

В бюксу положить примерно 5 г измельченной древесины (щепы), извлеченной из эксикатора, в котором она увлажнялась. Бюксу со щепой снова взвесить, а результат m_2 записать в соответствующую графу журнала. Затем бюксу со снятой крышкой поместить в сушильный шкаф, предварительно нагретый до температуры 103 ± 2 °С.

Контрольное взвешивание бюксы проводить не раньше, чем через 4 ч или на следующем занятии. Для этого бюксу, не вынимая из шкафа, закрыть крышкой и поместить для охлаждения в эксикатор с безводным хлористым калием или концентрированной серной кислотой. После охлаждения бюксу взвесить с той же погрешностью. Последующее взвешивание произвести примерно через час. Если разница в показаниях весов при двух контрольных взвешиваниях составляет менее 0,002 г высушивание считать законченным и значение массы сухой древесины с бюксой m_3 , полученное при последнем взвешивании, занести в журнал наблюдений (табл.1.4).

Влажность W с погрешностью до 0,01 % вычисляют по формуле

$$W = \frac{m_2 - m_3}{m_3 - m_1} \cdot 100, \quad (1.14)$$

где W – влажность, %; m_1 – масса бьюксы, г; m_2 – масса бьюксы с пробой до высушивания, г; m_3 – масса бьюксы с пробой после высушивания, г.

Результаты измерений и вычислений занести в табл.1.4.

Таблица 1.4

Показатели влажности древесины

Номер бьюксы	Масса, г			Влажность W , %
	пустой бьюксы m_1	бьюксы со щепой до высушивания m_2	бьюксы со щепой после высушивания m_3	

3. Определение плотности, усушки и разбухания древесины

Цель

Определить значения плотности древесины различных пород в разных влажностных состояниях; установить величину усушки и разбухания древесины в радиальном и тангенциальном направлениях.

Приборы, инструменты, раздаточный материал

Штангенциркуль; весы; сушильный шкаф, сосуд с дистиллированной водой; образцы разных по плотности пород, ГОСТ 16483.1–84¹.

Подготовка к работе

Для выполнения работы требуются образцы призматической формы со строго выдержанными прямыми углами между гранями размером 20 × 20 × 30 мм в комнатно-сухом состоянии ($W = 8 - 12$ %). Необходимо иметь два образца:

¹ Древесина. Метод определения плотности. М., 1999. 7 с.

хвойной породы (сосна или ель) и лиственной (бука или березы). Пронумеровать их.

Порядок выполнения работы

1. Определить массу образцов m_w при данной влажности W взвешиванием на весах с погрешностью до 0,01 г.
2. По осям симметрии образца измерить его толщину A , ширину B и длину C с погрешностью до 0,1 мм. Вычислить объем образца с погрешностью до 0,01 см по формуле (1.11).
3. Определить плотность древесины при данной влажности ρ_w с погрешностью до 5 кг/м³ по формуле (1.10).
4. Увлажнить образцы в дистиллированной воде при 10–20 °С до тех пор, пока разница в размерах образца не окажется менее 0,1 мм (продолжительность выдержки в воде не менее трех суток).
5. По новым размерам образцов, измеренных таким же образом, как и до увлажнения, определить объем V_{max} .
6. Затем образцы высушить до постоянной массы с соблюдением требований, изложенных при описании способа определения влажности.
7. Образцы в абсолютно сухом состоянии взвесить с погрешностью до 0,02 г и записать их массу m_0 . Немедленно вслед за взвешиванием образцов измерить их размеры и вычислить объем V_0 .
8. По полученным в процессе испытания значениям m_0 , V_0 и V_{max} подсчитать плотность абсолютно сухой древесины по формуле (1.12) и вычислить базисную плотность древесины по формуле

$$\rho_b = m_0 / V_{max}, \quad (1.15)$$

где ρ_b – базисная плотность, V_{max} – объем образца влажной древесины, см³; m_0 – масса образца в абсолютно сухом состоянии, г.

9. Подсчитать влажность W при определении плотности ρ_w по формуле (1.1).

10. Вычислить плотность ρ_{12} при нормализованной влажности $W = 12$ % по формулам:

– для березы, бука, граба и лиственницы

$$\rho_{12} = \rho_w(100 + 0,6W)/0,957(100 + W) \text{ при } W < 30;$$

– остальных пород

$$\rho_{12} = \rho_w(100 + 0,5W)/0,946(100 + W) \text{ при } W < 30 \text{ \%}.$$

Результаты измерений и вычислений занести в табл. 1.5.

Определение плотности древесины

Номер образца, порода	Масса образца m_w , г			Размеры образца при влажности W , мм
	Толщина а	Ширина б	Длина л	
	Объем образца V_w при W , см			
	Толщина а	Ширина б	Длина л	Размеры образца после увлажнения в воде, мм
	Объем образца после увлажнения в воде V_{max} , см ³			
	Толщина а	Ширина б	Длина л	Размеры образца после высушивания, мм
	Объем образца после высушивания V_0 , см ³			
	Масса образца после высушивания m_0 , г			
	Влажность образца W , %			
	ρ_w	ρ_0	ρ_b	ρ_{12}
	Плотность образца, кг/м ³			

4. Определение усушки и разбухания древесины

Удаление связанной воды приводит к уменьшению линейных размеров и объема древесины. Это явление называется усушкой древесины. Обратное явление, возникающее при поглощении связанной воды, называется разбуханием древесины. Усушка и разбухание не одинаковы вдоль и поперек волокон, в радиальном и тангенциальном направлениях.

Приборы, инструменты, оборудование, раздаточный материал

Весы, сушильный шкаф, металлические линейки, штангенциркули, образцы древесины, эксикатор с безводным хлористым кальцием или серной кислотой концентрацией 94 %.

Подготовка к работе

Для выполнения работы подготовить торцовые квадратные образцы размером 30 × 30 мм и толщиной (вдоль волокон) 10 мм. Это отступление

от стандартной формы и размеров сделано с целью увеличить точность определения усушки (большая величина измеряемого объекта) и ускорить сушку (образец имеет значительную торцовую поверхность и малую толщину). Образцы должны быть изготовлены таким образом, чтобы одна пара противоположных граней была параллельна годичным слоям, другая – перпендикулярна им. Часть образцов заготовить из древесины сосны или ели, другую часть – из дуба, ясеня или иной сильно усыхающей породы. Все образцы должны иметь влажность, соответствующую пределу гигроскопичности или выше.

Порядок выполнения работы

1. На торцевой поверхности образцов хвойной и лиственной породы провести две карандашные риски: одну перпендикулярно годичным слоям, другую – параллельно им (рис. 1.29). Этими рисками отмечают места для определения радиальной и тангенциальной усушки.
2. По рискам $R-R$ и $T-T$ определить штангенциркулем размеры образцов до высушивания a_{max} в соответствующих направлениях.
3. Затем образцы немедленно взвесить и определить массу m_n с погрешностью до 0,01 г. Записать показания в журнал наблюдения (табл. 1.6).
4. Оба образца поместить в сушильный шкаф, в котором температуру постепенно повышать от 30 до 103 ± 2 °С.

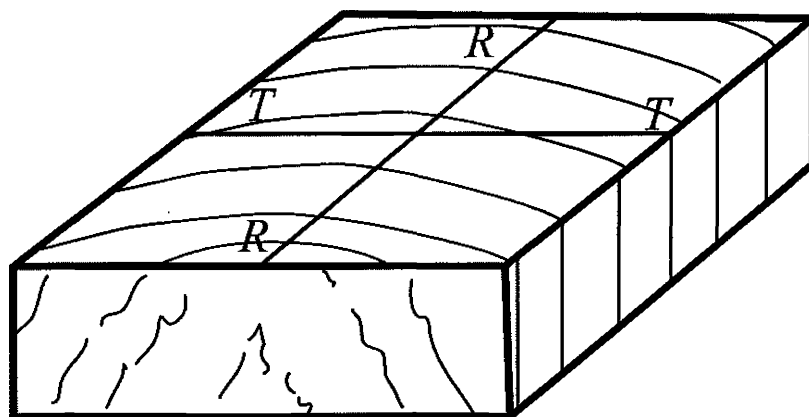


Рис. 1.29. Схема разметки образца для измерения усушки и разбухания древесины

5. Примерно через час образцы вынуть из сушильного шкафа, измерить их размеры a_w по тем же рискам в радиальном и тангенциальном направлениях, а

также (быстро без промедления) определить массу m_w . По окончании измерений образцы снова поместить в сушильный шкаф.

6. Довести образцы до абсолютно сухого состояния. Извлечь их из сушильного шкафа и поместить в эксикатор с безводным хлористым кальцием или серной кислотой концентрацией не ниже 94 %. В эксикаторе образцы хранить до следующего занятия.

7. К началу занятия образцы снова выдержать в сушильном шкафу, нагретом до 103 ± 2 °С в течение 1,5–2 ч. Провести контрольное взвешивание в начале занятий, а через час окончательное взвешивание, определяя массу каждого образца в абсолютно сухом состоянии m_0 .

8. Затем немедленно измерить размеры образцов в радиальном и тангенциальном направлениях. Результаты измерений внести в таблицу журнала наблюдений и по ним провести последующие вычисления.

Начальную влажность каждого образца до высушивания определить с погрешностью до 0,1 % по формуле

$$W_H = 100(m_H - m_0)/m_0.$$

Влажность образцов после подсушивания определить с погрешностью до 0,1 % по формуле

$$W = 100(m_w - m_0)/m_0.$$

Если окажется, что начальная влажность $W > 30$ %, значит, до высушивания были определены действительно максимальные размеры. Определить максимальную усушку с погрешностью до 0,1 % по формуле

$$B_{max} = 100(a_{max} - a_0)/a_{max}.$$

Частичную усушку образцов при снижении их влажности до $W < 30$ % определить с погрешностью до 0,1 % по формуле

$$B_{max} = 100(a_{max} - a_w)/a_{max}.$$

Максимальное разбухание определить с погрешностью до 0,1 % по формуле

$$a_{max} = 100(a_{max} - a_0)/a_0.$$

Частичное разбухание при увеличении влажности от 0 до $W < 30$ % вычислить с погрешностью до 0,1 % по формуле

$$a_w = 100(a_w - a_0)/a_0.$$

Все вычисления провести для радиального и тангенциального направлений образца.

Если влажность после подсушивания W оказалась выше 30 %, то частичную усушку b_w и частичное разбухание a_w можно не определять.

9. Результаты измерений и вычислений занести в табл. 1.6 журнала наблюдений. Сделать выводы.

Таблица 1.6

**Результаты измерений и вычислений
усушки и разбухания древесины**

Номер образца	Размер образца						Масса образца, г	Влажн ость образ ца, %	Макси- си- маль- ная усуш- ка β_{max}	Ча- стич- ная усуш- ка β_w	Макси- мальное разбу- хание α_{max} , %	Частич ное разбух ание α_w , %
	до высуши вания a_{max}		по- сле вы- суши- вания a_w		в абсолютно сухом состоянии a_d		до высушивания m_n После высушивания m_w в абсолютно сухом состоя- нии m_d Начальная W_n После подсушивания W		рад. танг.	рад. танг.	рад. танг.	рад. танг.
	рад.	танг.	рад.	танг.	рад.	танг.						

Контрольные вопросы

1. От каких факторов зависит цвет древесины?
2. Что такое текстура древесины?
3. Какие различают виды влаги в древесине?
4. Чем отличается водопоглощение от влагопоглощения?
5. Чем отличается предел гигроскопичности от предела насыщения клеточных стенок?
6. Что такое равновесная влажность и от каких факторов она зависит?
7. Что такое усушка древесины, какие бывают виды усушки?
8. Какими методами можно определить плотность древесины?
9. Как изменяется плотность древесины с изменением влажности?
10. Что такое разбухание древесины и от чего оно зависит?
11. Каковы причины растрескивания и коробления древесины?

1.3. Механические свойства древесины

1.3.1. Прочность. Деформативность

При использовании древесины в качестве материала, а также в технологических процессах переработки необходимо разбираться в ее механических свойствах.

Механические свойства характеризуют способность древесины сопротивляться воздействию внешних сил.

Показатели этих свойств древесины определяют путем специальных экспериментов – механических испытаний, при которых создают различные напряженные и деформированные состояния образцов древесины.

Задачи механических испытаний сводятся к установлению двух видов показателей: во-первых, показателей, характеризующих прочностные свойства древесины; во-вторых, показателей, характеризующих способность древесины деформироваться.

Прочность – способность материала сопротивляться разрушению под действием механических нагрузок. Показателем прочности является предел прочности – максимальное напряжение, которое выдерживает материал без разрушения. Предел прочности устанавливают при испытании древесины на сжатие, растяжение, изгиб, сдвиг и кручение. Учитывая, что древесина является анизотропным материалом, показатели прочности определяют в разных структурных направлениях: вдоль волокон, в радиальном и тангенциальном направлениях.

Деформативность – способность материала изменять свои размеры и форму под воздействием усилий. Показателями деформативности являются модули упругости, коэффициенты поперечной деформации, модули сдвига и др. По характеру действия сил различают нагрузки статические, возрастающие медленно, плавно и динамические, действующие на тело мгновенно и в полную силу.

1.3.2. Особенности механических испытаний древесины

Процесс испытания

Механические испытания древесины проводят на малых чистых образцах сечением 20×20 мм и длиной в соответствии со стандартами на

методы испытаний. Образцы должны быть достаточно малого поперечного сечения, чтобы избежать влияния кривизны годичных слоев¹.

Результаты испытаний древесины можно сравнивать лишь в том случае, если они выполнены по одной и той же методике; это вызывает необходимость стандартизации методов испытаний, так как иначе результаты испытаний, проводимых в разных местах, нельзя будет сравнивать и обобщать.

Показатели механических свойств сильно зависят от влажности. Влияние оказывает только связанная вода. Для того чтобы можно было сравнивать показатели разных свойств, их значения приводят к нормализованной влажности, равной 12 %. Пересчет к этой влажности ведется по формуле

$$b_{12} = b_w (1 + a (w - 12)), \quad (1.16)$$

где b_{12} – показатель данного свойства при влажности 12 %; b_w – показатель свойства при влажности W ; W – влажность древесины в момент испытания; a – поправочный коэффициент на влажность.

Если образцы во время испытаний имели влажность 30 % и более, используют формулу

$$b_{12} = b_{30} / K, \quad (1.17)$$

где b_{30} – показатель свойства при влажности 30 %; K – пересчетный коэффициент на влажность.

Показатели механических свойств определяются с помощью универсальных испытательных машин, которые позволяют измерять усилие с погрешностью не более 1 % от нагрузки.

Исследования прочностных свойств образцов проводятся на универсальной испытательной электромеханической машине серии WDW 50E серии № 0457.

Машина предназначена для статических испытаний образцов на растяжение, сжатие и изгиб в соответствии с международным стандартом ISO 6892–1998. Управление и система отображения информации – персональный компьютер; программное обеспечение обработки данных плюс контроллер Shijin, а также принтер образуют систему контроля и обработки данных испытательной машины. Общий вид машины – рис. 1.30.

¹ ГОСТ 16483.0–89. Древесина. Общие требования к физико-механическим испытаниям. М., 1990. 11 с.

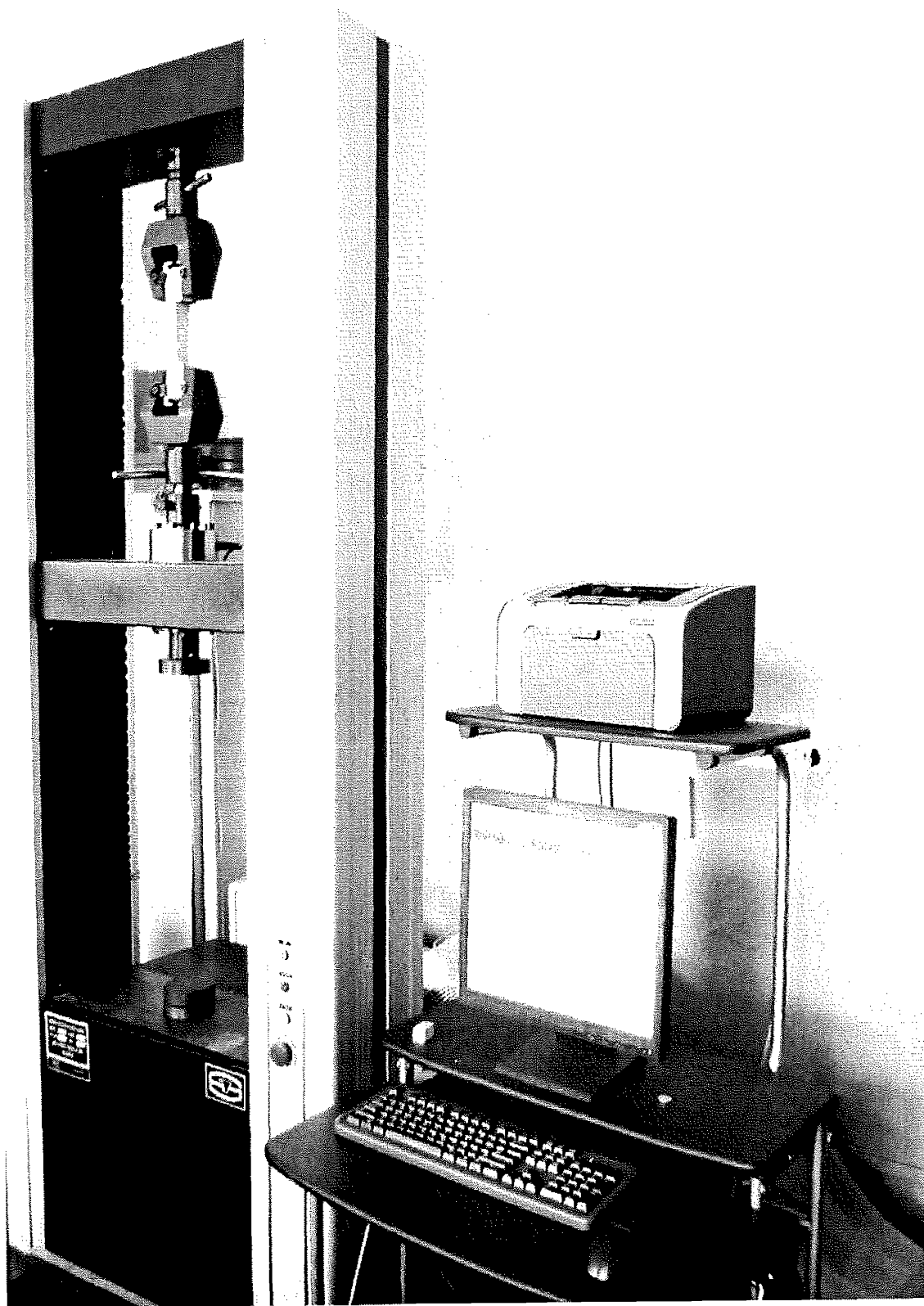


Рис. 1.30. Общий вид машины
для исследования механических свойств древесины

Проведение испытаний и работа на машине осуществляются только под руководством преподавателя в соответствии с инструкцией по эксплуатации и правилами работы на машине.

Перед проведением испытаний проводится проверка всех систем. Включается компьютер, включается испытательная машина. Проверяется система взаимодействия компьютер-машина. Устанавливается необходимое расстояние между подвижными штоками в зависимости от проводимого исследования и размеров дополнительных приспособлений.

Процесс испытания проводят в следующем порядке.

Устанавливают образец в головках машины. Задают параметры процесса на экране монитора, вводя данные с помощью клавиатуры компьютера. Производят нагружение.

В процессе испытания, на экране монитора появляется график изменений исследуемого процесса. После разгрузки образца, записанный процесс сохраняется в файл и может быть использован для дальнейшей обработки. Результаты испытания записывают в журнал наблюдений.

Прочность при сжатии вдоль и поперек волокон

Древесина оказывает большое сопротивление сжатию вдоль волокон, и это ее свойство нашло широкое практическое применение (столбы, сваи, стойки, ноги стропильных ферм и др.). Это свойство древесины достаточно хорошо изучено. Предел прочности древесины при сжатии вдоль волокон для отечественных пород при влажности 12 % составляет 62 МПа для лиственницы и 40 МПа для тополя. Величина предела прочности при сжатии вдоль волокон снижается с увеличением влажности древесины до предела гигроскопичности. Так, предел прочности при сжатии вдоль волокон для лиственницы влажности 12 % составляет 62 МПа, а при влажности 30 % составляет 25 МПа. Это почти в 2,5 раза меньше для влажной древесины. При влажности древесины более 30 % показатели предела прочности при сжатии вдоль волокон практически не изменяют своих значений.

В некоторых элементах конструкций древесина испытывает нагрузку, воспринимаемую поперечными слоями древесины. В таких случаях практическое значение имеет прочность древесины при сжатии поперек волокон.

Различают три случая сжатия древесины поперек волокон:

1. Нагрузка распределена по всей поверхности сжимаемой детали (встречается при прессовании древесины).

2. Нагрузка приложена в каком-то месте длины, но по всей ширине детали (при использовании шпал под рельсами).

3. Нагрузка приложена на части длины и ширины детали (крепление древесины металлическими болтами с шайбами).

Исходя из различий по способу восприятия нагрузки различают два вида испытания:

- сжатие поперек волокон;
- местное смятие поперек волокон.

В первом испытании нагрузка прикладывается равномерно по всей поверхности образца (рис. 1.31, *а*), а во втором – по всей ширине на части длины (рис. 1.31, *б*).

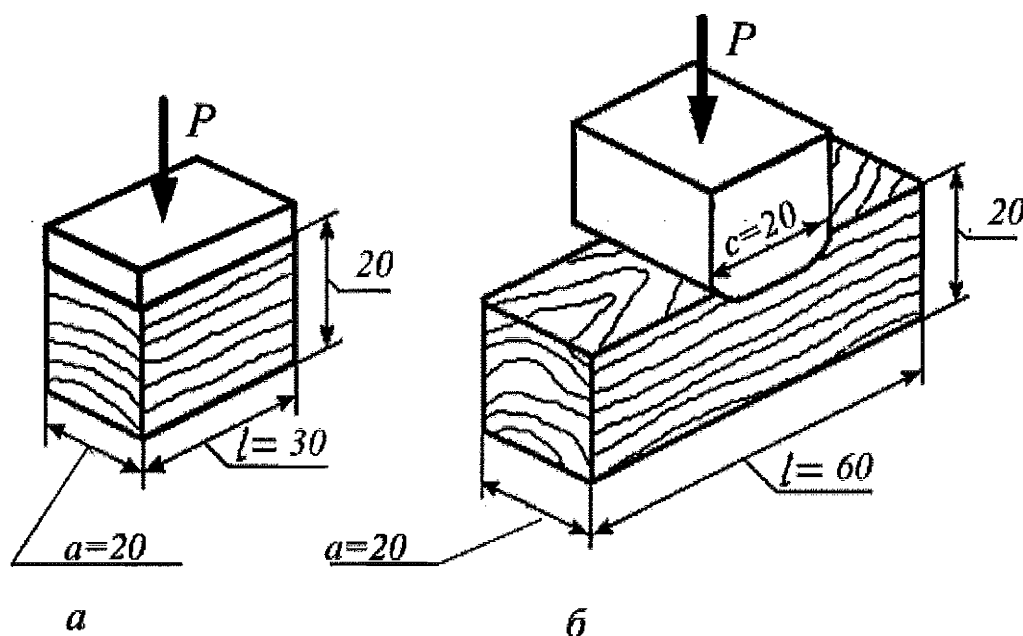


Рис. 1.31. Испытание древесины на сжатие (*а*)
и местное смятие (*б*) поперек волокон

По характеру расположения поперечных слоев древесины воспринимаемой нагрузке и последующему деформированию следует различать нагрузку при радиальном и тангенциальном сжатии.

Предел прочности древесины при сжатии поперек волокон, на порядок меньше, чем предела прочности при сжатии вдоль волокон. Для листвен-

ницы при влажности 12 % предел прочности при сжатии поперек волокон составляет 4,3 МПа при радиальном расположении волокон и 6,1 МПа при тангенциальном расположении волокон. Величина предела прочности при местном смятии поперек волокон составляет 6,1 МПа при радиальном расположении волокон и 9,3 МПа при тангенциальном расположении волокон¹.

Древесина пород с широкими или многочисленными лучами (дуб, бук, клен, отчасти береза) имеет более высокий предел прочности при радиальном смятии (примерно в 1,5 раза). Предел прочности древесины лиственных пород с узкими лучами в обоих направлениях практически одинаковы или мало различаются. Для древесины хвойных пород, наоборот, условный предел прочности при тангенциальном смятии в 1,5 раза выше, чем при радиальном, вследствие резкой неоднородности в строении годовичных слоев. При радиальном смятии деформируется главным образом более слабая, ранняя, древесина, а при тангенциальном сжатии нагрузка с самого начала воспринимается поздней древесиной.

Прочность древесины при статическом изгибе

На практике имеется очень большое количество изделий в конструкциях, которых детали, работают на изгиб. Это балки, стропила, фермы, мосты, ригели шахтных креплений, подмости, обрешетка и т. д.

Деформация при изгибе выражается прогибом образца и измеряется стрелой прогиба. Поскольку прочность древесины при сжатии вдоль волокон значительно меньше, чем прочность при растяжении, то разрушение при изгибе начинается в зоне сжатия. Видимое разрушение происходит в зоне растяжения и заключается в разрыве волокон и полном изломе образца.

Величина предела прочности древесины при статическом изгибе может быть в среднем для разных пород принята равной около 90 МПа. Это промежуточное положение между прочностью при растяжении и сжатии вдоль волокон. Если прочность при сжатии вдоль волокон принять за единицу, то прочность при статическом изгибе будет равна 2 единицам, а прочность при растяжении вдоль волокон – 2,7.

¹ Уголев. Б. Н. Указ. соч.

Прочность древесины при растяжении

Древесина обладает высокой прочностью при растяжении вдоль волокон. Средняя величина предела прочности для древесины разных пород составляет 130 МПа. Однако использовать это свойство на практике трудно из-за сложности закрепления концов детали, где развиваются скалывающие напряжения, и происходит смятие древесины. Древесина плохо сопротивляется этим видам сил, поэтому практически разрушение обычно происходит в местах закрепления детали в виде скалывания или смятия. По этой причине древесина редко применяется в конструкциях, которые работают на растяжение.

Показатель предела прочности древесины на растяжение вдоль волокон почти не зависит от влажности, но резко падает при отклонении направления силы действия от направления волокон.

Предел прочности древесины на растяжение поперек волокон в среднем составляет $1/20$ показателя предела прочности на растяжение вдоль волокон. Невысокая прочность и возможность появления трещин в плоскости разрушения, когда сопротивление может упасть до нуля, заставляют воздерживаться от применения древесины для работы на растяжение поперек волокон.

Однако изучение явлений, связанных с прочностью древесины при растяжении поперек волокон имеет значение для характеристики склонности древесины к растрескиванию при высыхании, когда в ней возникают растягивающие внутренние напряжения в плоскости поперек волокон. Кроме того, прочность при растяжении поперек волокон влияет на назначение величины сил резания при обработке древесины.

Лабораторная работа 5

Определение прочности древесины на сжатие вдоль волокон

Цель

Изучить метод испытания древесины на сжатие вдоль волокон по ГОСТ 16483.10–73¹ и определить показатели прочности.

¹ *Древесина. Методы определения предела прочности при сжатии вдоль волокон.* М., 1999. 7 с.

Испытательная машина, приспособление к машине для данного вида испытания; штангенциркуль, микрометр; образцы древесины; весы; сушильный шкаф; бюксы; журнал наблюдений.

Для точного измерения наружных линейных размеров с низкой погрешностью от 2–50 мкм используется микрометр (рис. 1.32).

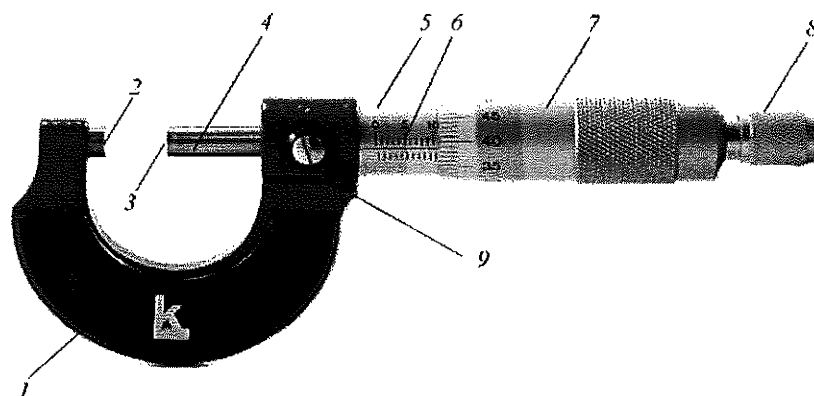


Рис. 1.32. Микрометр:

- 1 – скоба; 2, 3 – измерительные плоскости; 4 – винт;
5 – стебель; 6 – шкала; 7 – гильза; 8 – трещотка;
9 – тормоз

Микрометр (ГОСТ 6507–90)¹ состоит из скобы 1, на одной стороне которой расположена неподвижная плоскость 2, а на другой – нарезная гайка. Сквозь гайку проходит винт 4 с подвижной плоскостью 3. Винт передвигают вращением гильзы 7, на скошенной части которой по окружности нанесено 50 равных делений. При одном полном обороте гильзы 7 винт 4 перемещается на 0,5 мм, а при повороте ее на одно деление – на 0,01 мм. На стебле 5 вдоль хода винта нанесены две шкалы 6. верхняя с миллиметровыми делениями, нижняя – со штрихами, делящими каждый миллиметр пополам. При соприкосновении измерительных плоскостей 2, 3 нулевые деления масштаба и гильзы совпадают. Чрезмерное давление винта на плоскости 2 и 3 устраняют трещоткой 8, которую вращают при проведении измерений. После соединения измерительных плоскостей с измеряемым изделием и появлением щелчков от срабатывания трещотки, микрометр закрепляют в данном положении осторожным поворотом тормоза 9, а затем визуально определяют размер по шкале 6. Деление масштаба, ближайшее к окружности гильзы 7, дает целое число полумиллиметров, а деление окружности гильзы, совпадающее со шкалой 6, показывает

¹ *Микрометры. Технические условия.* М., 2004. 12 с.

число сотых долей миллиметра, содержащихся сверх целого числа полумиллиметров.

Все измерительные инструменты следует содержать чистыми и сухими, чтобы четко была видна шкала с делениями; хранить их нужно в футлярах в сухом помещении.

Для определения прочности древесины на сжатие вдоль волокон используется специальное приспособление (рис. 1.33), которое имеет съемную шаровую опору, обеспечивающую равномерное приложение усилий по всей торцовой поверхности образца. Это необходимо для того, чтобы усилие было направлено вдоль продольной оси образца. Использование данного приспособления повышает точность проведения испытания с наименьшей погрешностью.

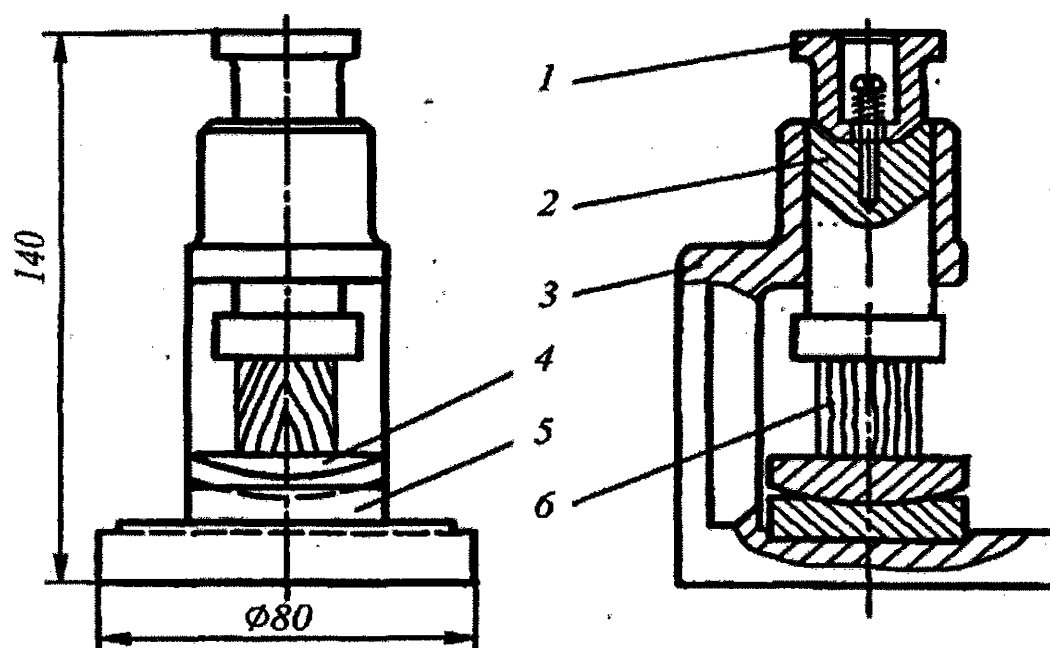


Рис. 1.33. Приспособление для испытания древесины на сжатие вдоль волокон:

1 – колпачок; 2 – пуансон; 3 – корпус; 4 – шаровая опора;
5 – плита; 6 – образец

Подготовка к работе

Учебная группа делится на подгруппы, состоящие из 2–3 обучающихся. Каждой подгруппе устанавливается задание.

Подготовить для исследования образцы древесины различной влажности ($W = 8-10\%$; $W = 15-20\%$ и $W > 30\%$). В соответствии с требованиями

ГОСТ 16483.10–73 образцы должны быть в форме прямоугольной призмы основанием 20 × 20 мм и длиной вдоль волокон 30 мм. Пронумеровать образцы.

Порядок выполнения работы

1. Измерить размеры поперечного сечения образцов на середине их длины с погрешностью не более 0,1 мм.

2. Образец поместить в приспособление таким образом, чтобы торцовые поверхности образца соприкасались с прижимными поверхностями приспособления и усилие было направлено вдоль продольной оси образца.

3. Приспособление с образцом установить между головками машины. Нагружение проводят равномерно со средней скоростью 4 мм/мин. Испытание довести до разрушения образца.

4. После испытания поднять верхнюю головку машины, вынуть приспособление с образцом. Внимательно изучить характер разрушения образца.

5. Аналогичным образом испытать остальные образцы древесины в другом влажностном состоянии. Записать максимальную нагрузку для каждого из них (табл. 1.7).

6. Осмотреть образцы после разрушения. Поместить каждый образец в отдельную бюксу и взвесить. Затем образцы в бюксах высушить в сушильном шкафу до абсолютно сухого состояния (как было описано выше); взвесить снова. Записать массу образцов в момент испытания и в абсолютно сухом состоянии.

7. Вычислить влажность образцов в момент испытания.

8. Вычислить предел прочности древесины при сжатии вдоль волокон с погрешностью не более 0,5 МПа по формуле

$$\sigma_w = P_{\max} / (a \cdot b), \quad (1.18)$$

где σ_w – предел прочности древесины при влажности W , МПа; P_{\max} – максимальная нагрузка, Н; a и b – размеры поперечного сечения, см.

Сравнить величину предела прочности образцов с различной влажностью. Объяснить разницу в значениях этих величин.

9. Пересчитать предел прочности на нормализованную влажность по формулам (1.16) и (1.17). Поправочный коэффициент a для всех пород равен 0,04. Коэффициент K равен: 0,475 – для клена; 0,535 – вяза и ясеня; 0,55 – дуба, липы и ольхи; 0,450 – бука и сосны; 0,445 – граба, груши, ели, ивы, ореха, осины, пихты и тополя; 0,4 – березы и лиственницы.

10. Результаты наблюдений и вычислений занести в журнал (табл. 1.7). Сделать выводы.

Таблица 1.7

**Результаты измерений и вычислений прочности древесины
на сжатие вдоль волокон**

Номер образ- ца, порода	Размеры поперечного сечения образца, мм		Площадь поперечно- го сечения образца, см ²	Максималь- ная нагрузка R_{max} , Н	Влаж- ность об- разца, W, %	Предел прочно- сти дре- весины при сжа- тии вдоль волокон, МПа	
	Шири- на	Толщи- на				b_w	b_{12}

Лабораторная работа 6

Определение прочности древесины при статическом изгибе

Цель

Изучение метода определения предела прочности древесины при статическом изгибе по ГОСТ 16483.3–84¹ и определение показателей прочности.

Приборы, оборудование, инструменты, расходный материал

Испытательная машина; приспособление к машине для данного вида испытания; штангенциркуль или микрометр; образцы древесины; весы; сушильный шкаф; бюксы; журнал наблюдений.

Подготовка к работе

Учебная группа делится на подгруппы, состоящие из 2–3 обучающихся. Каждой подгруппе устанавливается задание.

¹ *Древесина. Метод определения предела прочности при статическом изгибе.* М., 1999. 7 с.

Подготовить образцы согласно требованиям ГОСТА, в форме брусков квадратного сечения 20х20 мм, длиной 300 мм. Годичные слои на торцах направлены параллельно одной паре противоположных ребер и перпендикулярно другой. Влажность образцов должна быть 11–13 %.

Порядок выполнения работы

1. Отметить карандашом на радиальной поверхности середину длины образцов. Перед испытанием с погрешностью не более 0,1 мм измерить по середине образца его поперечные размеры: ширину b в радиальном и высоту h в тангенциальном направлении.

2. После измерения образец расположить на двух опорах. Расстояние между центрами опор равно 240 мм. Нагружение производить в одной точке посередине пролета (рис. 1.34). Опоры и нажимной нож должны иметь закругления радиусом 30 мм. Образец нагружать равномерно в течение всего времени испытания со средней скоростью нагружения 10 мм/мин.

3. Установить приспособление вместе с образцом между головками машины, отцентрировать его. Нагрузить образец до его разрушения, т. е. до того момента, когда на графике кривая нагружения станет уменьшаться. Отметить в журнале вид излома (гладкий или зацепистый).

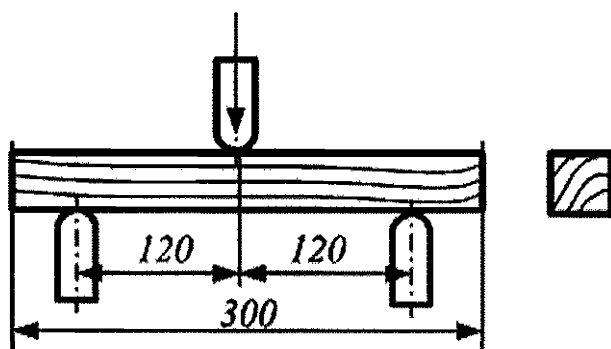


Рис. 1.34. Схема испытания древесины на статический изгиб

4. Определить влажность образца в момент испытания методом взвешивания. Для этого вырезать из образца вблизи излома пробу длиной 30 мм.

5. Осмотреть образцы после разрушения. Поместить каждый образец в отдельную бюксу и взвесить. Затем образцы в бюксах высушить в сушильном шкафу до абсолютно сухого состояния (как было описано выше); взвесить снова. Записать массу образцов в момент испытания и в абсолютно сухом состоянии.

6. Вычислить влажность образцов в момент испытания.

7. Вычислить предел прочности σ_w , с погрешностью не более 1 МПа при статическом изгибе при влажности древесины W , по формуле

$$\sigma_w = 3P_{\max} l / (2bh^2) \quad (1.19)$$

где σ_w – предел прочности древесины при влажности W , МПа; P_{\max} – максимальная нагрузка, Н; l – расстояние между опорами, м; b и h – ширина и высота образца, м.

8. Пересчитать предел прочности к нормализованной влажности по формуле (1.16). Поправочный коэффициент на влажность a равен для всех пород 0,04.

9. Результаты наблюдений и вычислений занести в журнал наблюдений (табл. 1.8). Сделать выводы.

Таблица 1.8

**Результаты измерений и вычислений прочности древесины
при статическом изгибе**

Номер образ- ца, порода	Размеры поперечного сечения образца, мм		Площадь поперечно- го сечения образца, см ²	Максималь- ная нагрузка P_{\max} , Н	Влаж- ность об- разца, W , %	Предел прочности древесины при стати- ческом из- гибе, Па	
	Шири- на	Толщи- на				σ_w	σ_{12}

Контрольные вопросы

1. От каких факторов зависит прочность древесины?
2. Почему образец для испытания на прочность должен иметь малые размеры?
3. Почему при испытании на прочность учитывают влажность образца?
4. Во сколько раз прочность древесины на изгиб вдоль волокон, выше прочности древесины на изгиб поперек волокон?
5. Какая из хвойных пород самая прочная?
6. В какую древесину легче забить гвоздь: в сырую или сухую?

1.4. Пороки древесины

Общая классификация пороков и дефектов древесины

В зависимости от причины возникновения и характера влияния на качество древесины все пороки классифицируются на группы, виды и разновидности¹.

В соответствии с ГОСТ 2140–81² в настоящее время пороки древесины подразделяются на следующие девять групп: сучки, трещины, пороки формы ствола, пороки строения древесины, химические окраски, грибные поражения, биологические повреждения, инородные включения, механические повреждения и пороки обработки, покоробленности.

Группа 1. Сучки

Сучки представляют собой основания ветвей, заключенные в древесине ствола. На разрезах древесины они имеют вид темноватых участков с самостоятельной системой годичных слоев.

1. В лесоматериалах встречаются открытые и заросшие сучки.

Сучки, не выходящие на боковую поверхность круглого сортимента – *заросшие*. Сучки, выходящие на боковую поверхность круглого сортимента – *открытые*.

2. Форма сучка в пиломатериалах называется *круглым*, если отношение большого диаметра к меньшему не превышает двух. Если отношение диаметров больше двух, но менее четырех – *овальный*. Если отношение диаметров больше четырех – *продолговатый*.

3. Сучок располагается на пласти, на кромках, ребрах или торце сортимента и в зависимости от расположения называют – *пластевой, ребровый, кромочной, торцовой, сшивной*. К *сшивным* – относятся сучки, продольное сечение которых одновременно выходит на два ребра одной и той

¹ Бубенчиков М. А. Лабораторный практикум по порокам древесины : учеб. пособие. М., 1978. 128 с. ; Вакин А. Т., Полубояринов О. И., Соловьев В. А. Пороки древесины. 2-е изд., перераб. и доп. М., 1980. 112 с.

² Видимые пороки древесины. Классификация, термины и определения, способы измерения. М., 2006. 123 с.

же стороны сортимента. Два продолговатых сучка или один продолговатый в сочетании с овальным называются *разветвленные*.

4. По степени срастания сучка с окружающей древесиной делятся на: *сросшиеся* – годовичные слои сучка не срослись с окружающей древесиной на протяжении менее $1/4$ его периметра. *Частично-сросшиеся* – годовичные слои сучка, не срослись с окружающей древесиной – годовичные слои сучка не срослись с окружающей древесиной на протяжении более $3/4$ периметра.

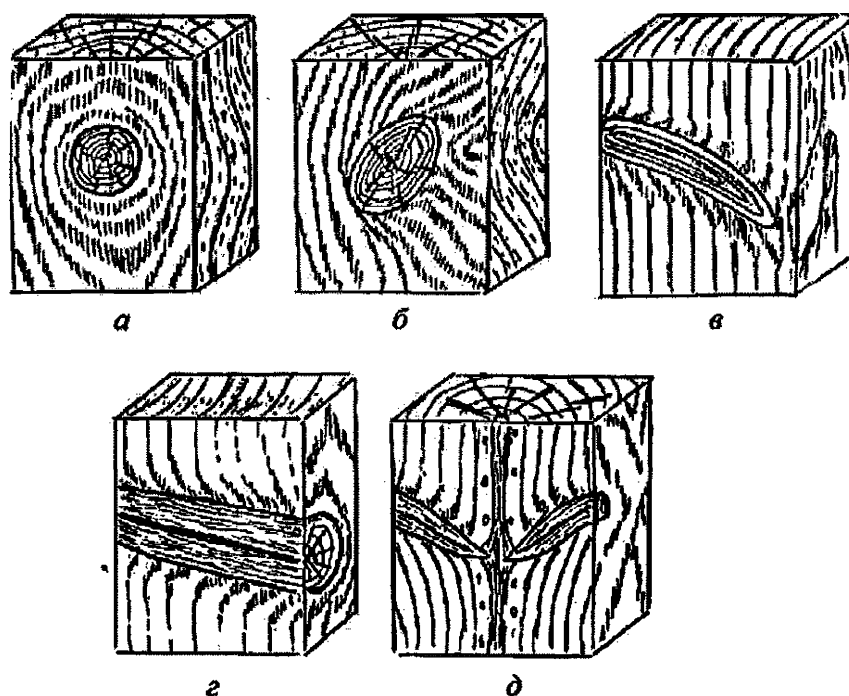


Рис. 1.35. Сучки:

а – круглый; *б* – овальный; *в* – продолговатый; *г* – сшивной;
д – разветвленный

5. По состоянию древесины сучки бывают *здоровые*, имеющую окраску близкую к окраске окружающей древесины. *Темные здоровые*, содержащие повышенное количество смолы; *загнившие*, имеющие гниль на площади менее $1/3$ разреза сучка; *гнилые*, у которых гниль занимает более $1/3$ площади; *табачные*, у которых загнившая древесина превращается в рыхлую массу табачного цвета.

Измерение. В круглых лесоматериалах измеряют наименьший диаметр сучка в сантиметрах (рис. 1.36, *а*).

В пилопродукции строганом шпоне сучки измеряются по расстоянию между касательными и контуру сечения сучка, проведенными параллельно продольной оси сортимента, в миллиметрах (рис. 1.36, б).

В лущеном шпоне все сучки измеряются по среднему диаметру.

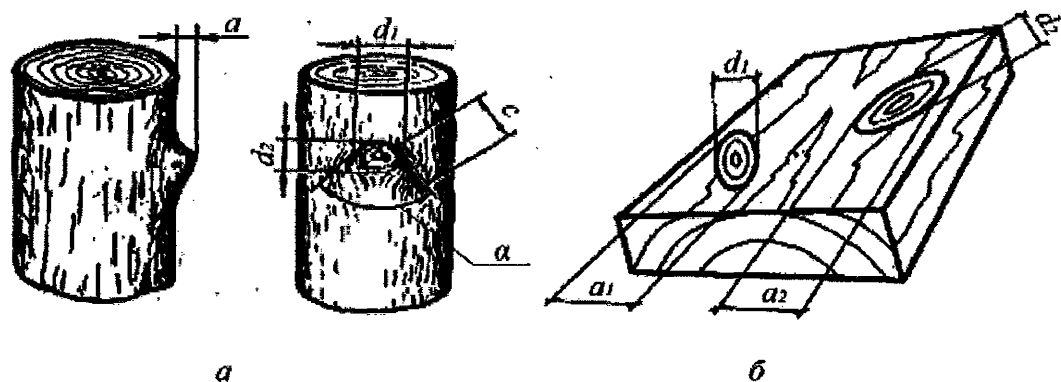


Рис. 1.36. Измерение заросших, открытых круглых и овальных сучков:

a – в круглых лесоматериалах;

б – пилопродукции

Влияние на качество. Сучки являются основным сортообразующим пороком почти всех сортиментов и изделий из древесины, оказывают отрицательное влияние: ухудшают внешний вид древесины, нарушают однородность ее строения, вызывают искривление годовичных слоев, затрудняют механическую обработку, снижают прочность древесины при изгибе. Табачные сучки указывают как наличие в древесине ствола ядровой гнили.

Группа 2. Трещины

Метиковые трещины представляют одну или несколько внутренних радиальных трещин растущего дерева.

Морозные трещины представляют собой наружные радиальные трещины ствола растущего дерева.

Отлупные трещины возникают между годовичными слоями. Возникают в ядре растущего дерева. В сортименте отлупные трещины обнаруживаются на торцах в виде дугообразных трещин.

Трещины усушки – радиально направленные трещины, возникающие в срубленной древесине при сушке. В зависимости от расположения в пило-

продукции трещины делятся на торцовые, кромочные, пластовые и боковые (рис. 1.37).

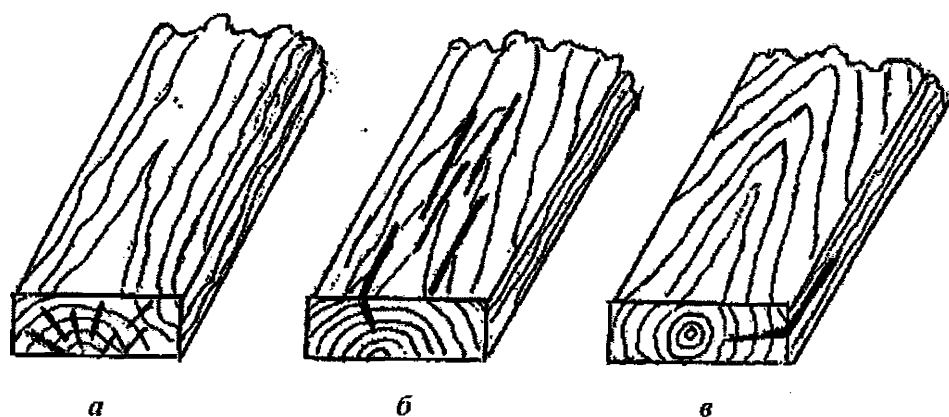


Рис. 1.37. Трещины усушки:
а – торцовые; *б* – пластовые; *в* – кромочные

Измерение. В круглых лесоматериалах метиковые и отлупные трещины измеряют по наименьшей толщине сердцевинной вырезки, в которые они могут быть вписаны и отнесены к диаметру ядра (рис. 1.38, *а*, *б*). Морозные трещины и трещины усушки измеряют по глубине и длине (рис. 1.38, *в*).

Влияние на качество. Трещины, особенно сквозные, нарушают целостность лесоматериалов и в некоторых случаях снижают механическую прочность. Наибольшее влияние трещин сказывается на прочности древесины при растяжении поперек волокон и скалывании, уменьшают выход продукции.

Группа 3. Пороки формы ствола

В эту группу входят пороки древесины, причины, возникновения которых обусловлены особенностью формирования ствола дерева в процессе его роста: сбежистость, закомелистость, нарост, кривизна.

Сбежистость – постепенное уменьшение диаметра круглых лесоматериалов или ширины необрезной пилопродукции на всем их протяжении, превышающее нормальный сбег равный 1 см на 1 м длины сортимента.

Измеряется сбежистость по разности диаметров верхнего и нижнего концов сортимента и выражается в сантиметрах на 1 м длины или в процентах от длины сортимента.

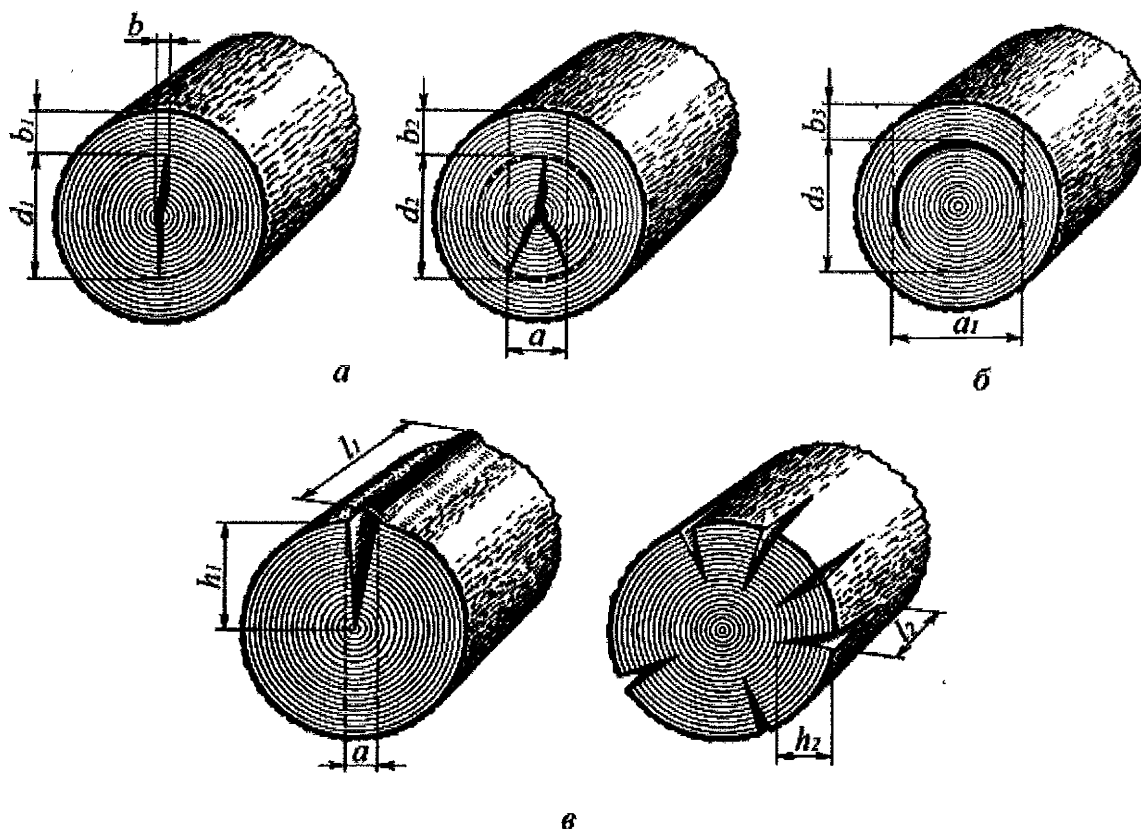


Рис. 1.38. Измерение торцовых трещин в круглых лесоматериалах:
 a – метиковые; $б$ – отлупные; $в$ – морозные

Закомелистость – резкое увеличение диаметра комлевой части круглых лесоматериалов или ширины необрезной пилопродукции, когда, диаметр (ширина) комлевого торца не менее чем в 1,2 раза превышает диаметр сортимента, измеренный на расстоянии 1 м от этого и торца. Закомелистость бывает округлая и ребристая (рис. 1.39, a , $б$).

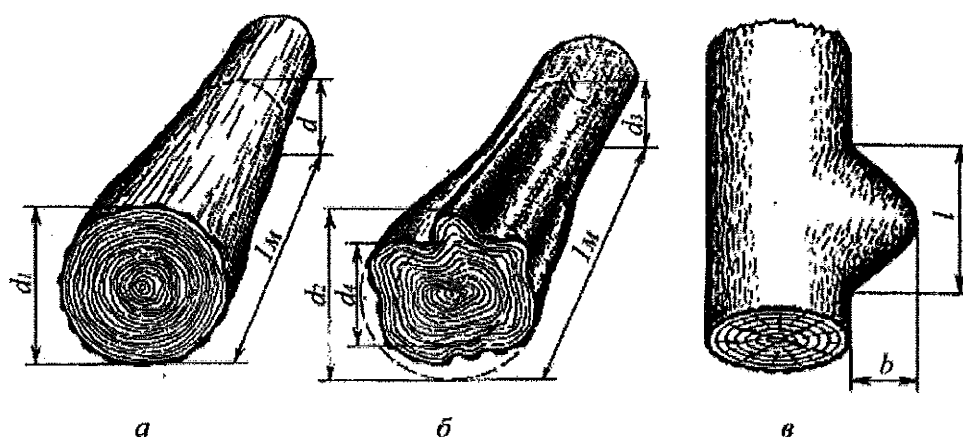


Рис. 1.39. Измерение закомелистости:
 a – округлая; $б$ – ребристая; $в$ – нарост

Нарост на стволе – резкое местное утолщение ствола различной формы и размеров. Измеряется нарост по его длине и толщине (рис. 1.39, в).

Кривизна ствола – отклонение продольной оси сортимента от прямой линии, обусловленное искривлением ствола. Кривизна бывает простая и сложная. Сложная кривизна, характеризуется двумя и более изгибами сортимента.

Измерение. Измеряется – по величине стрелы прогиба сортимента в месте его наибольшего искривления и выражают в процентах от длины искривления (рис. 1.40, а, б).

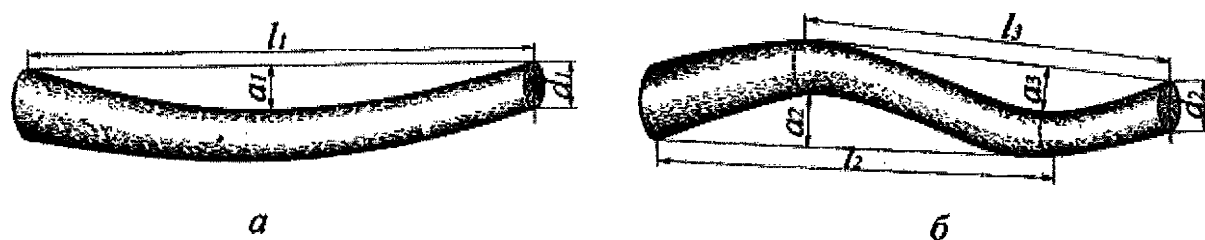


Рис. 1.40. Измерение кривизны:
а – простой; б – сложной

Влияние на качество. Закомелистость, кривизна и наросты затрудняют использование круглых лесоматериалов по назначению и осложняют их переработку, увеличивают количество отходов.

Группа 4. Пороки строения древесины

В эту группу включены пороки, которые связаны с изменением в нормальном строении древесины или повреждениями ее в процессе роста дерева.

Наклон волокон – непараллельность волокон древесины продольной оси сортимента в результате отклонения направления расположения волокон от этой оси. Различают две разновидности наклона волокон.

Тангенциальный – наблюдается в круглых лесоматериалах на боковой поверхности, а в пилопродукции и шпоне – на тангенциальных поверхностях. Обусловлен этот порок природным явлением – винтообразным расположением волокон в стволе растущего дерева.

Радиальный – наклон волокон в радиальной плоскости обнаруживается в пилопродукции и шпоне на радиальных поверхностях по непараллельности годовичных слоев продольной оси сортимента.

Измерение. В круглых лесоматериалах наклон волокон измеряется на верхнем торце по хорде соответствующей величине отклонения волокон от линии, параллельной продольной оси сортимента на протяжении 1 м от этого торца и отнесенной к диаметру (рис. 1.41, *а*). Радиальный наклон волокон в пилопродукции.

В пилопродукции наклон волокон измеряют по величине отклонения волокон от продольной оси на протяжении не менее двойной ширины сортимента в процентах от длины, на которой это отклонение измерено (рис. 1.41, *б*).

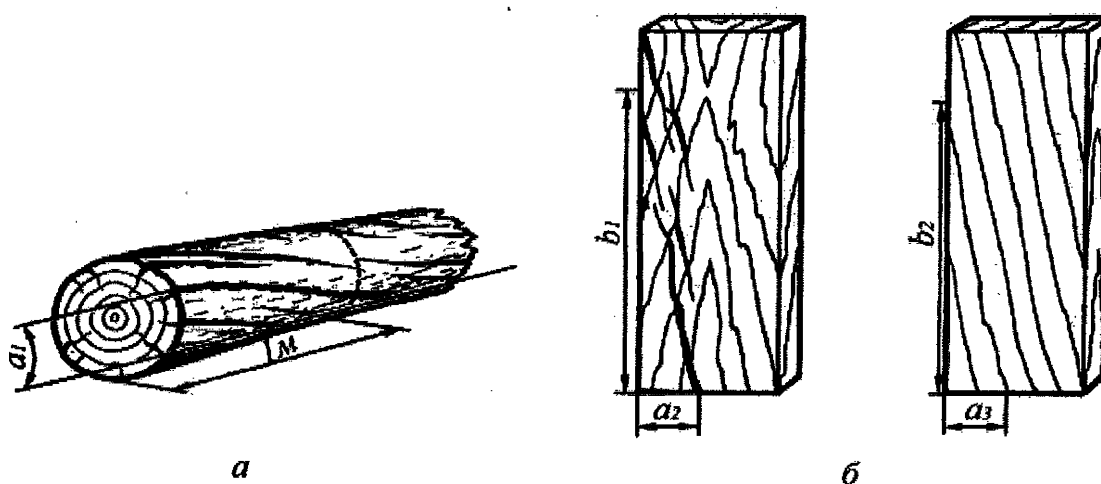


Рис. 1.41. Измерение наклона волокон в круглых материалах (*а*) и пиломатериалах (*б*)

Влияние на качество. Увеличивается прочность при раскалывании, затрудняется механическая обработка, снижается способность к загибу. Тангенциальный наклон волокон увеличивает продольную усушку и является одной из причин коробления.

Свилеватость – местное извилистое или беспорядочное расположение волокон древесины.

Завиток – местное искривление годовичных слоев, обусловленное влиянием сучков и проростей. Завитки, особенно сквозные, снижают прочность древесины при сжатии и растяжении вдоль волокон, при статическом изгибе.

Глазки – следы неразвившихся в побег спящих почек. Напоминают вид сучков, диаметр которых не превышает 5 мм (рис. 1.42, а, б).

Измерение. Измеряется свилеватость и глазки по длине и ширине занятой пороком зоны. Завиток измеряют по ширине и длине и количество их в штуках.

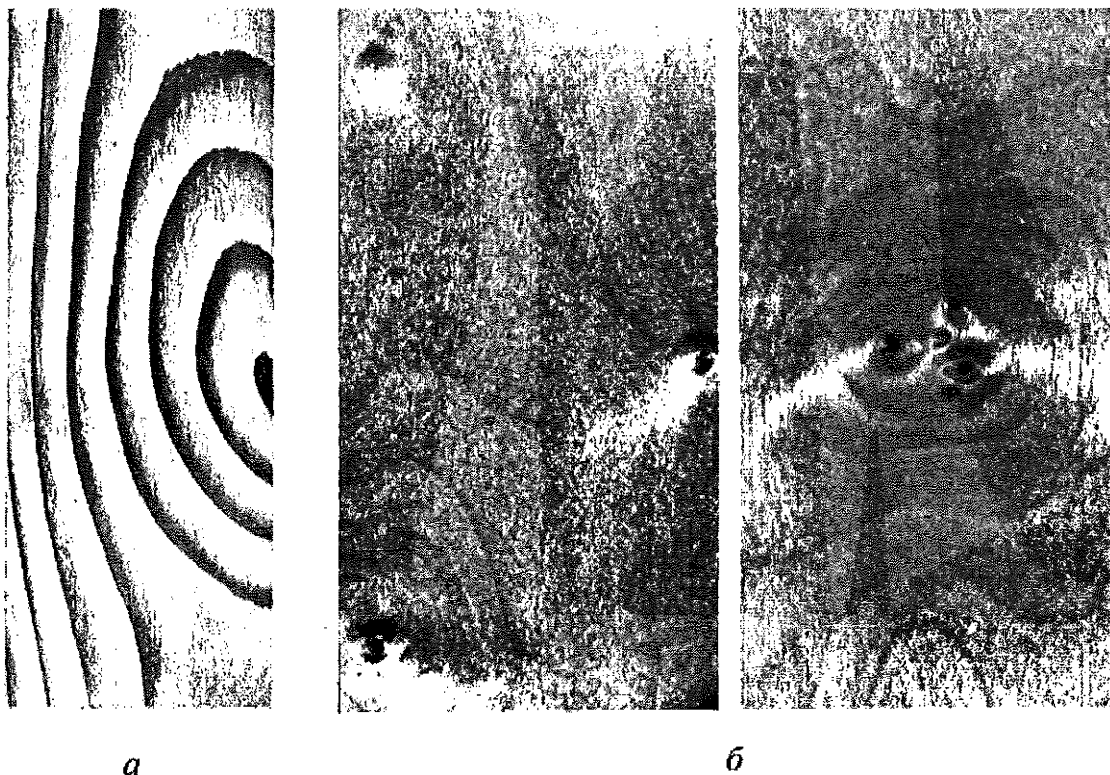


Рис. 1.42. Завиток (а) и глазки (б)

Влияние на качество. Завиток и свилеватость и глазки снижают прочность при сжатии и изгибе, затрудняют механическую обработку, увеличивают количество отходов.

Смоляной кармашек – полость внутри годичного слоя заполненная смолой (рис. 1.43). Наблюдается в древесине хвойных пород.

Измерение. Смоляные кармашки измеряются по длине и количеству в штуках на 1 м длины и на 1 м².

Влияние на качество. Смоляные кармашки снижают прочность при сжатии. Смола, вытекающая из смоляных кармашков, портит внешний вид и препятствует склейке и лицевой отделке.

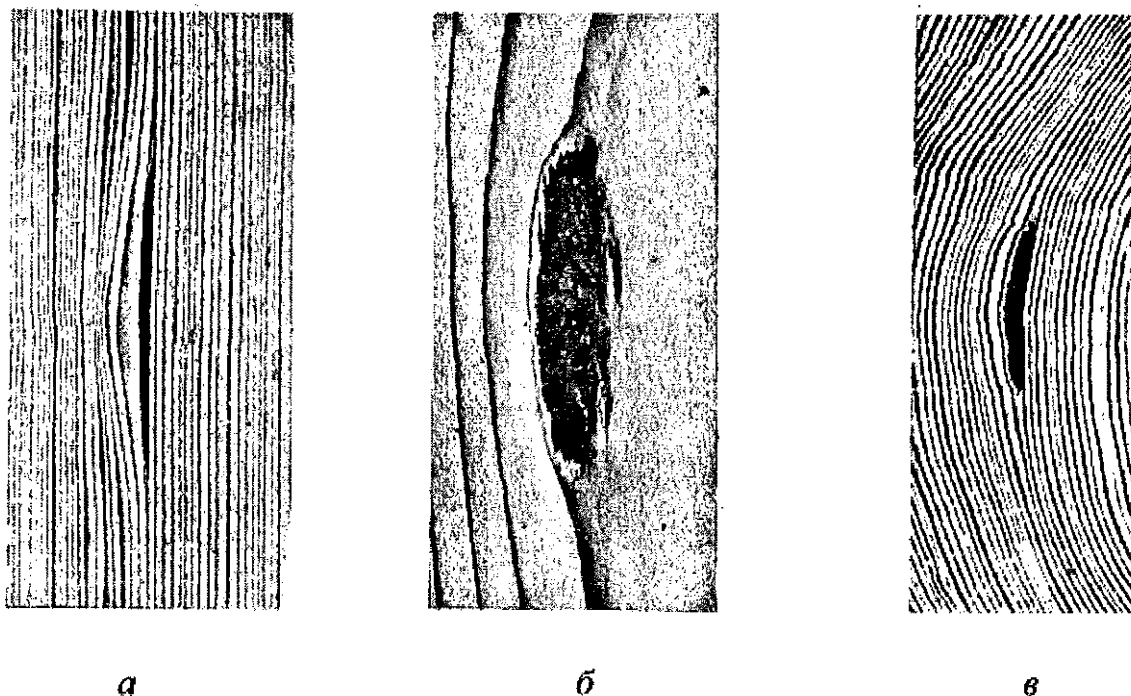


Рис. 1.43. Смоляной кармашек на разрезах:

- а* – радиальном;
- б* – тангенциальном;
- в* – торцовом

Крень – местное изменение строения древесины хвойных пород, проявляющаяся в виде резкого уширения поздней древесины годовичных слоев (рис. 1.44).

Тяговая древесина – местное изменение строения древесины лиственных пород. Проявляется в резком увеличении ширины ранних зон годовичных слоев.

Измерение. Крень и тяговая древесина измеряются по ширине и длине зоны занятой пороком.

Влияние на качество. Крень и тяговая древесина оказывают влияние на физико-механические свойства древесины. Так, за счет креновой древесины: прочность при сжатии и изгибе улучшается; увеличивается усушка и разбухание, повышается склонность к продольному короблению и растрескиванию, ухудшается внешний вид древесины.

Пасынок – отставшая в росте вершина ствола, пронизывающая сортимент под острым углом к его продольной оси на значительном расстоянии (рис. 1.45).

Измерение. Измеряют по наименьшему диаметру его поперечного сечения.

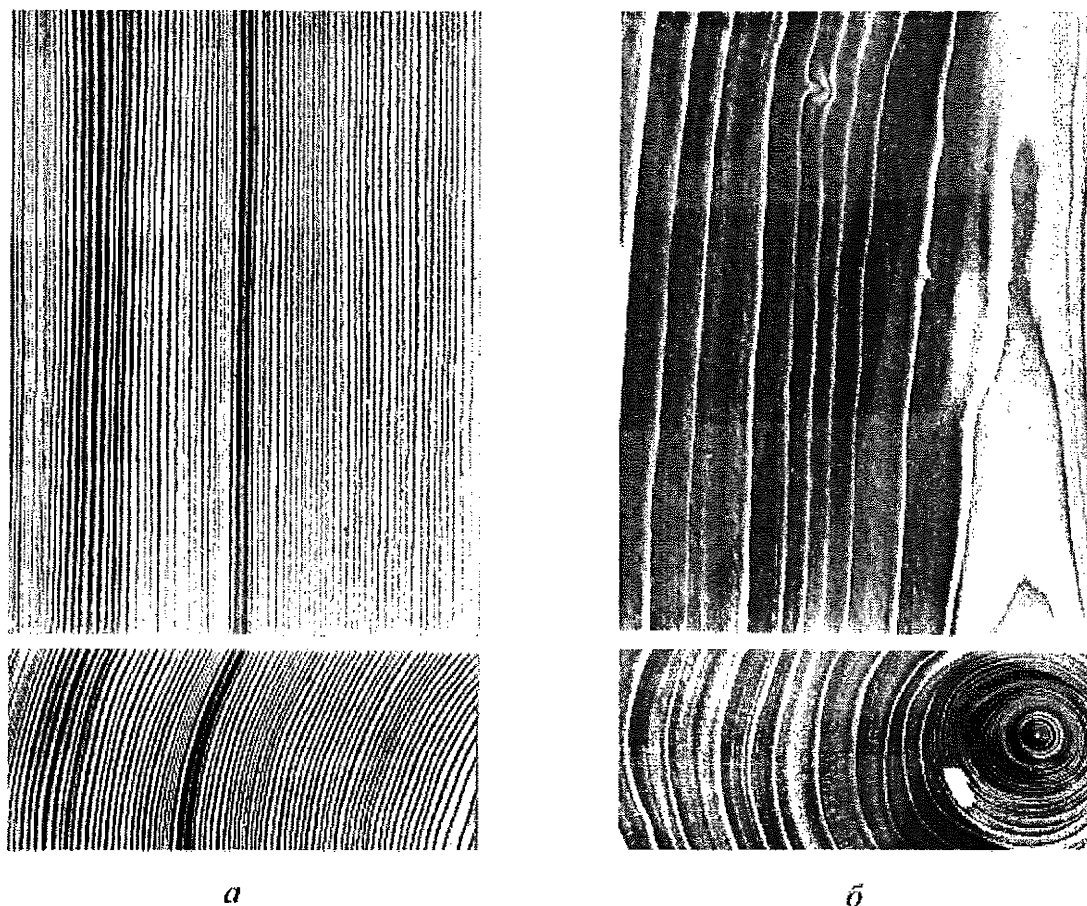


Рис.1.44.Крень:

a – местная;

б – сплошная

Влияние на качество. Пасынок нарушает однородность строения древесины, снижает механические свойства, повышает количество отходов, снижает сортность.

Прорость – обросший древесиной участок поверхности ствола с омертвевшими тканями. Возникает в растущем дереве. Прорость, выходящая на боковую поверхность сортимента, – *открытая*. Прорость, выходящая на торец и не имеющая выхода на его боковую поверхность, – *закрытая*.

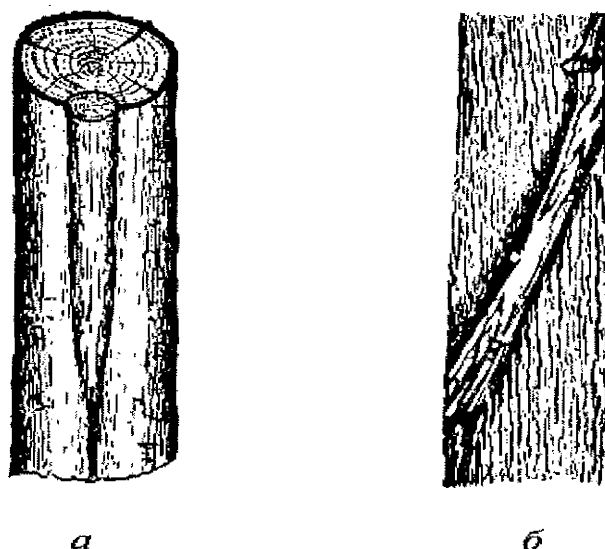


Рис. 1.45. Пасынок:
а – в бревне; б – в доске

Измерение. В круглых лесоматериалах прорости измеряют по наименьшей толщине сердцевинной вырезки, в которую она может быть вписана и отнесенная к диаметру (рис. 1.46, а, б).

В пилопродукции и шпоне прорость измеряется по глубине, ширине и длине или по количеству штук на 1 м длины.

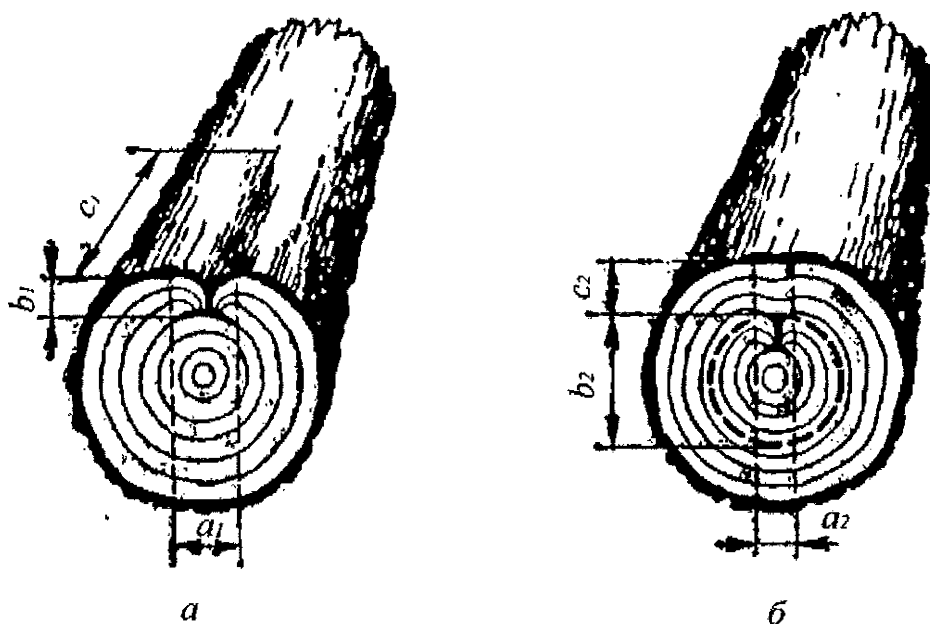


Рис. 1.46. Измерение прорости в круглых лесоматериалах:
а – открытой; б – закрытой

Влияние на качество. Прорость нарушает целостность древесины и сопровождается искривлением годичных слоев, затрудняет механическую обработку и увеличивает количество отходов, снижает сортность лесоматериалов.

Засмолок – участок древесины, обильно пропитанный смолой. Образуется засмолок только у хвойных пород в процессе роста.

Измерение. Измеряется засмолок по ширине и длине зоны поражения.

Влияние на качество. Не оказывает существенного влияния на механические свойства древесины, уменьшает водопроницаемость, затрудняет лицевую отделку и склейку древесины.

Ложное ядро – темная окраска внутренней части ствола, разных оттенков, интенсивности и равномерности без понижения твердости древесины, возникающая в растущих деревьях. У пород с нерегулярным ядрообразованием (береза, бук, ольха, клен) от настоящего ложное ядро отличается неоднородным строением и неправильной формой поперечного сечения (рис. 1.47, а, б, в).

Измерение. В лесоматериалах измеряется по наименьшему диаметру круга, в который оно может быть вписано (рис. 1.47, г). В пилопродукции и шпоне ложное ядро измеряют по ширине и длине или по площади зоны, занятой пороком.

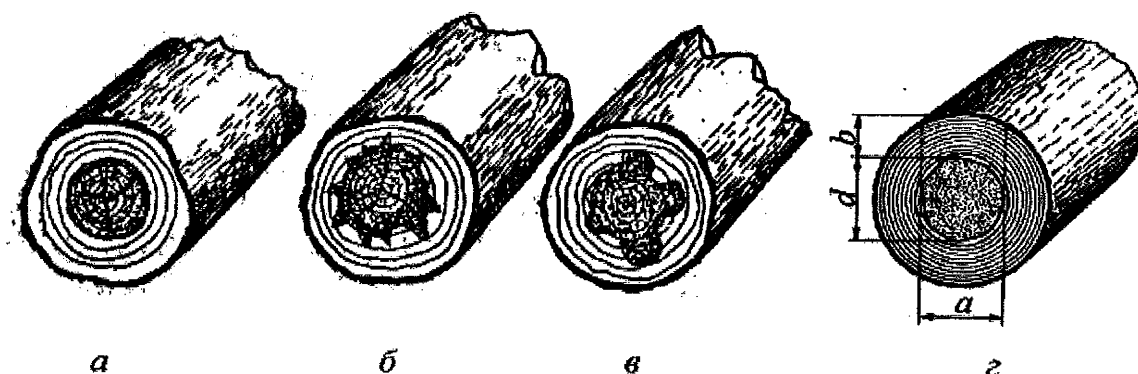


Рис. 1.47. Ложное ядро и его измерение:

а – округлое; б – звездчатое; в – лопастное; г – способ измерения

Влияние на качество. Ложное ядро портит внешний вид древесины; имеет пониженную прочность при растяжении; скалывание снижает ударную вязкость; увеличивает хрупкость.

Группа 5. Химические окраски

Химические окраски возникают в срубленной древесине в результате химических и биологических процессов. Химические окраски равномерны по цвету и расположены в поверхностных слоях на глубине 1–5 мм. При высушивании древесины они выцветают.

Измерение. Химические окраски в срубленной древесине не измеряют, а учитывают наличие порока. Если это обусловлено спецификой сорта, допускается измерять площадь зоны, занятой пороком (в процентах от площади соответствующих сторон сорта).

Влияние на качество. Химические окраски не влияют на физико-механические свойства древесины, изменяют ее цвет и блеск. При интенсивной окраске ухудшают внешний вид.

Группа 6. Грибные поражения

Грибные поражения возникают как в растущем дереве, так и в срубленной древесине при ее службе и хранении. Все грибы в начале развития вызывают изменение цвета древесины. Поражение участки становятся бурыми, красноватыми.

В группу грибных поражений входят: *грибные ядровые пятна (полосы)* представляют собой частичное изменение окраски древесины в зоне ядра или спелой древесины, не сопровождающееся понижением ее твердости.

Гниль возникает в растущих деревьях под воздействием дереворазрушающих грибов. По цвету и характеру разрушения гниль делится на *пеструю ситовую, бурую трещиноватую и белую волокнистую*. Пестрая ситовая гниль характеризуется пестрой окраской, обусловленной наличием на красновато-буrom фоне многочисленных белых пятен.

Бурая трещиноватая гниль характеризуется бурым цветом и трещиноватой призматической структурой. При сильном поражении древесины распадается на части.

Белая волокнистая гниль имеет светло желтый или почти белый цвет. При сильном развитии гнили древесина становится мягкой и крошится.

Заболонные грибные окраски — окраски заболони свежесрубленной древесины, появляющаяся под действием деревоокрашивающих грибов.

Наибольшее распространение получила *синева* – серая окраска с синеватым оттенком.

Побурение древесины – бурая различных оттенков окраска заболони лиственных пород. Возникает в срубленной древесине в теплое время года в результате биохимических процессов.

Заболонная гниль – ненормальные по окраске участки заболони. Различают твердую заболонную гниль, не отличающуюся по твердости от здоровой древесины, и мягкую, имеющую пониженную твердость и более светлую окраску.

Наружная трухлявая гниль – поражение древесины всех пород сильными дереворазрушающими грибами при неправильном хранении древесины. Древесина приобретает бурый цвет с продольными и поперечными трещинами. В трещинах скапливается грибница в виде белых пленок.

Измерение. Грибные поражения измеряются: в круглых лесоматериалах по наименьшей толщине сердцевинной вырезке, в которую может быть вписан порок или по минимальному диаметру зоны поражения и относится к диаметру торца в долях; в пилопродукции в процентах от площади сортамента (рис. 1.48, а, б)¹. Наружную трухлявую гниль не измеряют, учитывают наличие порока.

Заболонные грибные окраски, побурение и заболонные гнили измеряются по глубине зоны поражения от боковой поверхности, в линейных мерах или долях диаметра торца (рис. 1.49). В пилопродукции и шпоне по площади поражения в процентах от площади соответствующих сторон сортамента.

Группа 7. Биологические повреждения

В эту группу пороков древесины входит один вид – *червоточина*. Это – ходы в древесине от повреждения насекомыми. На поверхности лесоматериалов видны круглые или овальные отверстия. Червоточину различают по глубине и по размеру отверстий.

¹ Бубенчиков М. А. Указ. соч.

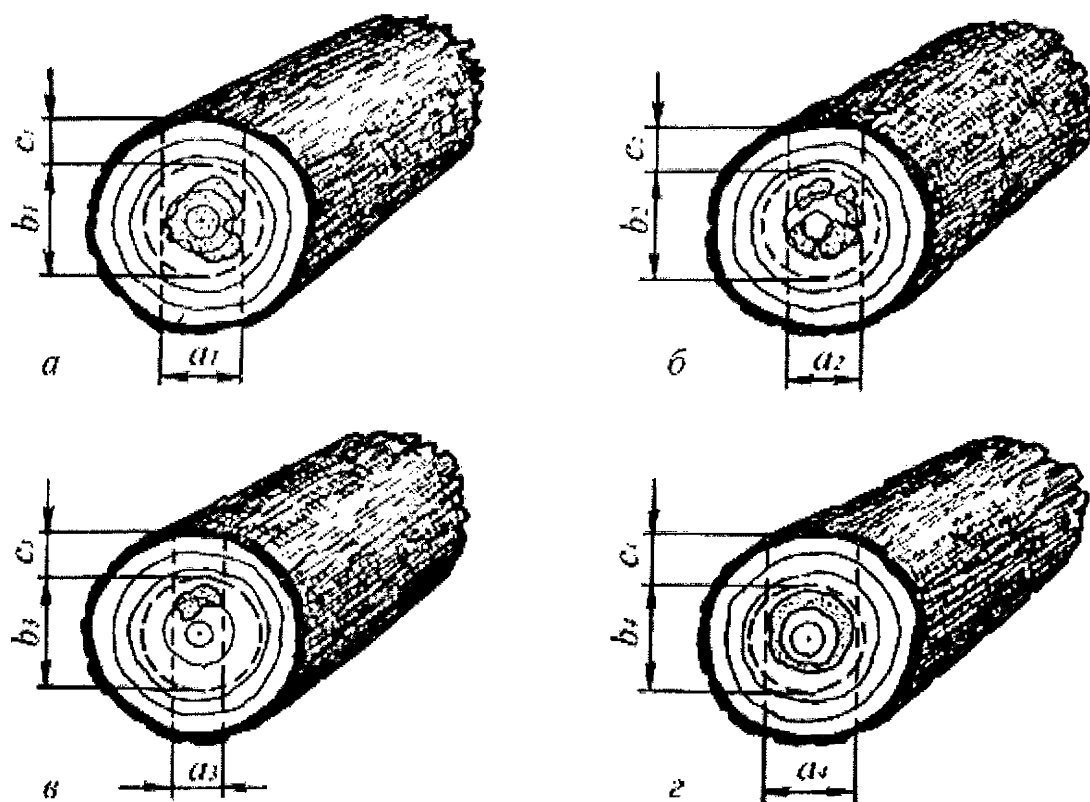


Рис. 1.48. Измерение грибных ядровых пятен и ядровой гнили:

- a – сплошное поражение в центре сечения;
- $б$ – поражение в виде отдельных разбросанных в центральной части сечения;
- $в$ – поражение в виде пятна, смещенного в периферийную часть сечения;
- $г$ – поражение в виде кольца

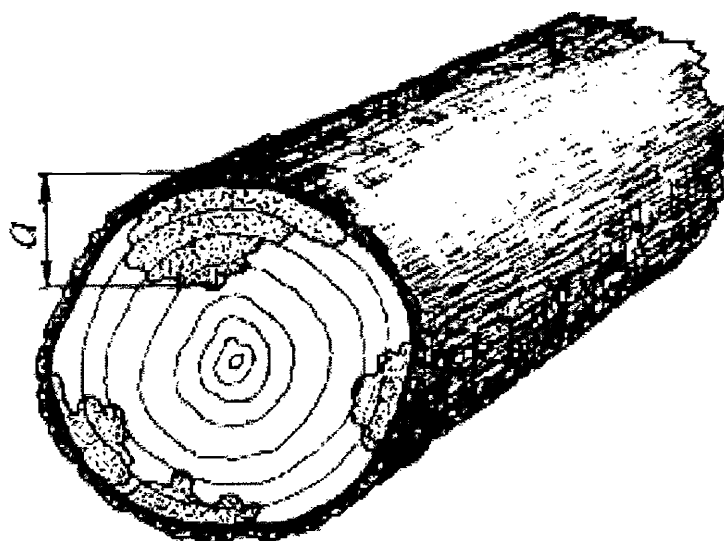


Рис. 1.49. Измерение заболонных грибных окрасок побурения и заболонной гнили

По глубине различают поверхностную, глубиной не более 3 мм, неглубокую – глубиной не более 5 мм, и глубокую, проникающую на глубину более 15 мм (рис. 1.50, а, б).

По размеру отверстий не крупную с размером отверстия не более 3 мм, и крупную с размером ходов более 3 мм.

Измерение. Измеряется червоточина по наименьшему диаметру, по количеству в штуках на 1 м длины в круглых лесоматериалах и пиломатериалах и на 1 м² в шпоне.

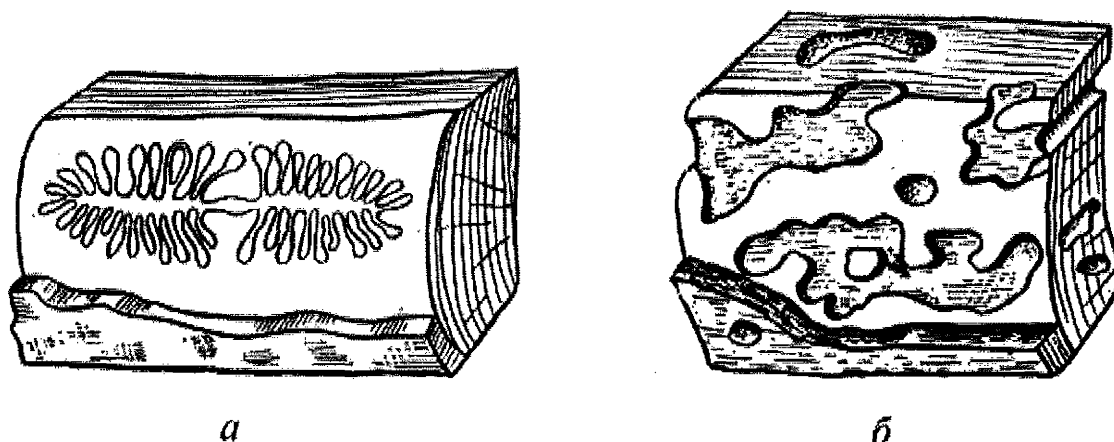


Рис. 1.50. Червоточина:

а – поверхностная;

б – глубокая

Влияние на качество. Поверхностная червоточина не влияет на механические свойства. Неглубокая и глубокая червоточины нарушают целостность древесины и снижают ее механическую прочность. Способствует грибным поражениям древесины.

Группа 8. Инородные включения, механические повреждения и пороки обработки

В эту группу входят пороки, которые также отражаются в нормативно-технических – инородные включения, обугленность, механические повреждения, скол пропила, обзол, закорина, дефекты обработки резанием.

Инородные включения – присутствующие в древесине тела недревесного происхождения (камни, гвозди, металлические осколки).

Измерение. Не измеряют, учитывают наличие порока в сорimente.

Влияние на качество. Затрудняют обработку древесины и являются причиной преждевременного износа и поломки инструмента. Увеличивается количество отходов.

Обугленность — это участки обгорелой поверхности лесоматериалов, появившиеся в результате повреждения древесины огнем при лесных пожарах.

Измерение. Измеряют по глубине, ширине и длине зоны поражения (в линейных мерах или долях размеров соримента) или по площади поврежденной зоны.

Влияние на качество. Затрудняет использование сориментов по назначению и увеличивает количество отходов.

Механические повреждения. Это повреждения древесины инструментами и механизмами при заготовке, подсочке, транспортировке, сортировке и обработке. К ним относятся: *обдир коры*, *карра* (повреждение ствола, нанесенное при подсочке; *заруб* и *запил* — местное повреждение коры древесины топором или пилой; *отщеп*, *скол*, *вырыв* — отходящая от торца соримента сквозная боковая трещина или утрата части примыкающей к торцу древесины (рис. 1.51).

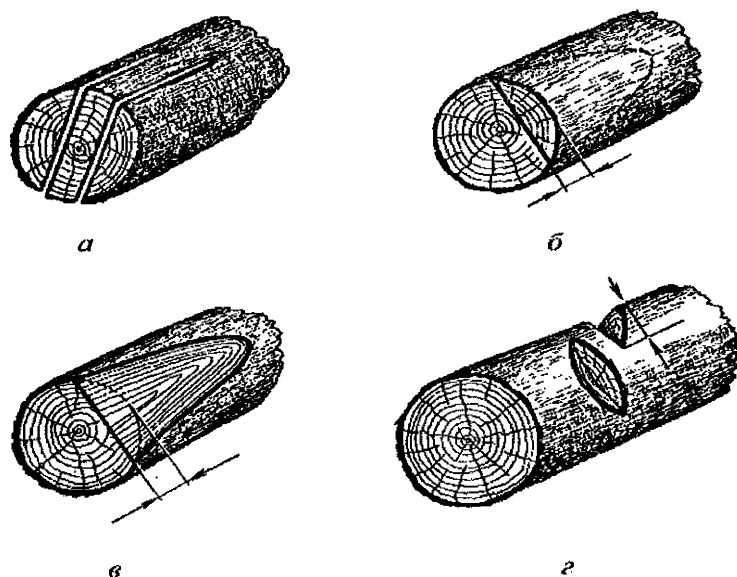


Рис. 1.51. Разновидности механических повреждений:

а — запил; б — скол;

в — отщеп;

г — заруб

Измерение. Измеряют следующим образом: обдир коры – по площади (в процентах от площади боковой поверхности сортимента); заруб и запил – по глубине (в линейных мерах или долях от размеров сортимента); карра – по глубине, ширине и длине (в линейных мерах или долях размеров сортимента); отщеп, скол и вырыв – по толщине, ширине и длине (в линейных мерах или долях размеров сортиментов).

Влияние на качество. Механические повреждения вызывают нарушение целостности древесины, приводят к грибным поражениям и поражениям насекомыми, затрудняют использование ее по назначению, увеличивается количество отходов при дальнейшей обработке, ухудшается внешний вид.

Скос пропила – неперпендикулярность торца продольной оси сортимента, возникающая при неточной раскряжевке или поперечной распиловке.

Измерение. Измеряют по разности между наибольшей и наименьшей длиной сортимента (в линейных мерах или долях размеров сортимента).

Влияние на качество. Уменьшает фактическую длину сортимента и затрудняет использование его по назначению, увеличивает количество отходов при поперечном раскрое.

Обзол – участок боковой поверхности бревна, сохранившийся на обрезном пиломатериале, занимающий соответственно всю или часть ширины кромки. Различают тупой обзол, занимающий часть ширины кромки обрезного пиломатериала, и острый обзол, занимающий всю ширину кромки (рис. 1.52).

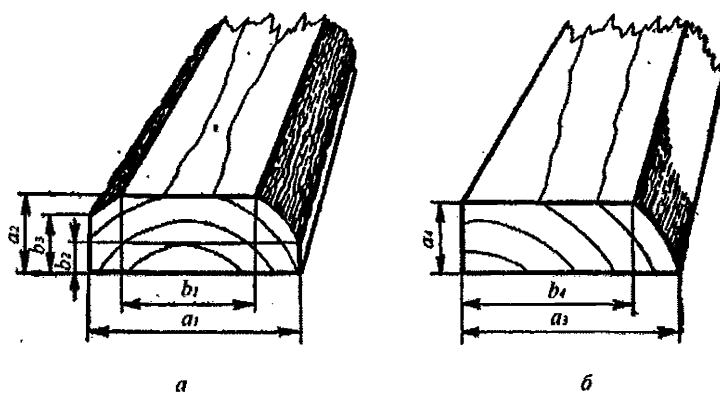


Рис. 1.52. Обзол и его измерение:
а – тупой; б – острый

Измерение. Обзол измеряют по наибольшему уменьшению ширины сторон и протяженности вдоль сортимента (в долях размеров сортимента).

Измерение. Измеряют по наибольшему уменьшению ширины сторон сортимента и протяженности вдоль сортимента (в линейных мерах или в долях размеров сортимента).

Влияние на качество. Уменьшает фактическую ширину сторон сортимента, увеличивает количество отходов при раскрое.

Закорина – участок коры, сохранившийся на поверхности шпона. Возникает при выработке шпона из чураков с кривизной, ребристой закомелистостью и другими неровностями поверхности ствола.

Измерение. Измеряют по длине и ширине (в линейных мерах или долях размеров листа).

Влияние на качество. Увеличиваются отходы шпона.

Дефекты обработки резанием. Эти дефекты вызваны повреждениями поверхности сортимента, возникшими при обработке древесины режущим инструментом.

В зависимости от характера повреждения дефекты обработки резанием имеют следующие разновидности: *риски* – глубокие следы, оставленные на поверхности древесины рабочими органами режущих инструментов; *волнистость* – неплоский пропил; *ворсистость* – присутствие на поверхности сортимента не полностью отделенных волокон древесины; придающих древесине шероховатость; *мишность* – присутствие на поверхности сортимента пучков, не полностью отделенных волокон и мелких частиц древесины; *задиры* и *выщербины* – частично отделенные и приподнятые над поверхностью сортимента участки древесины; *бахрома* – сплошная или прерывистая лента пучков не полностью отделенных волокон и частиц древесины на ребрах сортиментов; *ожог* – потемнение и частичное обугливание поверхности сортиментов от воздействия высоких температур, возникающих при повышенном трении режущих инструментов о древесину¹.

Измерение. Не измеряются, учитывается наличие дефектов обработки резанием.

¹ Бубенчиков М. А. Указ. соч.

Влияние на качество. Дефекты обработки резанием ухудшают поверхность пиломатериалов и шпона; увеличивают отходы при последующей обработке пиломатериалов.

Группа 9. Покоробленности

Этот порок представляет собой изменение формы пиломатериалов, возникающие при распиловке, сушке и хранении.

Основные разновидности покоробленности – *поперечная* и *продольная*: продольная покоробленность по пласти – искривление пилопродукции по длине; простая продольная покоробленность по пласти – продольная покоробленность, имеющая только один изгиб; сложная продольная покоробленность по пласти – продольная покоробленность, имеющая несколько изгибов; продольная покоробленность по кромке – искривление пилопродукции по длине; поперечная покоробленность – искривление пилопродукции по ширине; крыловатость – спиральное искривление пилопродукции по длине.

Измерение. Покоробленность измеряют по величине стрелы прогиба (рис. 1.53).

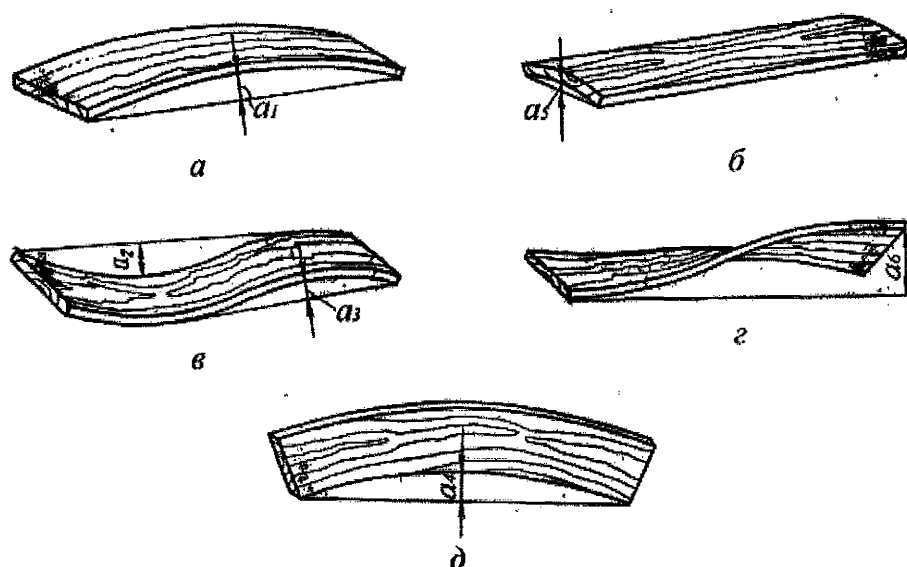


Рис. 1.53. Покоробленность и способы ее измерения:

a – простая продольная по пласти; $б$ – поперечная;

$в$ – сложная продольная по пласти;

$г$ – крыловатость;

$д$ – продольная по кромке

Влияние на качество. Покоробленность изменяет форму пилопродукции, затрудняет использование по назначению, механическую обработку и раскрой, увеличивает количество отходов.

Лабораторная работа 7

Определение пороков древесины

Цель

Изучить пороки древесины, научиться определять их на образцах древесины, в пиломатериалах и круглых лесоматериалах.

Приборы, инструменты, раздаточный материал

Коллекции образцов с различными пороками древесины; ГОСТ 2140–81; определитель пороков; атлас пороков древесины; альбом пороков древесины; металлическая линейка с делениями; журнал наблюдений¹.

Подготовка к работе

Заранее заготовить комплекты образцов с пороками древесины из расчета один комплект на двух-трех обучающихся. Образцы могут быть любых пород и примерно следующих размеров: ширина 100–120, толщина 20–40 и длина 120–150 мм. Образец может содержать один или несколько пороков. Количество образцов в комплекте от 20–30 шт. Здесь следует учесть, что не все пороки имеют одинаковое влияние на качество древесины, а также не все пороки, возможно, изучать на натурных образцах. В связи с этим в коллекцию имеет смысл включить образцы с пороками, наиболее часто встречающимися в практике и оказывающими существенное влияние на качество древесины. Изучение остальных пороков древесины можно проводить по атласу пороков, альбому или по плакатам. В одном комплекте на образцах должны быть представлены примерно следующие пороки древесины: сучки (5–6 образцов); ядровые гнили (3 шт.); червоточина (2–3 шт.); синева (1 шт.); пороки строения (15–18 шт.); наклон волокон радиальный и тангенциальный, свилеватость волнистая, завиток, крень местная, внутренняя заболонь, ложное ядро, пятнистость радиальная

¹ Видимые пороки древесины. Классификация, термины и определения, способы измерения. М., 2006. 123 с. ; Вакин А. Т., Полубояринов О. И., Соловьев В. А. Указ. соч.

и тангенциальная, сухобокость, прорость открытая и закрытая, сердцевина, засмолок, кармашек.

Пороки древесины могут быть представлены не только на образцах указанных размеров, но и на шпоне, и на отрезках круглых сортиментов.

Измерение пороков производится согласно ГОСТ 2140–81.

Порядок проведения работы

1. Изучить по альбому, атласу и ГОСТу пороки древесины.
2. С помощью определителя разделить образцы с пороками на группы.
3. Поочередно установить вид и разновидность пороков древесины на образцах каждой группы. Измерить их и зарисовать (выполнить эскиз) порока.
4. Результаты изучения, измерения и зарисовки занести в журнал наблюдений табл. 1.9.

Таблица 1.9

Измерение и учет пороков

№ п/п	Группа пороков (согласно ГОСТа)	Название порока (вид и разновидность)	Эскиз или описание. Схема измерения	Размеры порока. Влияние на качество

Контрольные вопросы

1. На сколько групп разделены все пороки согласно ГОСТ 2140–81?
2. Как классифицируются сучки по состоянию древесины?
3. Как классифицируются трещины по типам?
4. Какие пороки относятся к группе «пороки формы ствола»?
5. Чем характерна сложная кривизна?
6. Какие из видов пороков относятся к порокам строения древесины?
7. Какие пороки относятся к заболонным грибным окраскам?
8. Какая червоточина называется крупной?
9. Какая из покоробленностей относится к поперечной?
10. Назовите характерные особенности цветных заболонных пятен.
11. Каким способом измеряют инородные включения?
12. Какой порок древесины называется обзолом?
13. Что понимается под зарубом и запилом?

2. Лесное товароведение

2.1. Классификация и стандартизация лесной продукции

Классификация лесной продукции

Лесное товароведение изучает различные виды лесоматериалов и сырья, вырабатываемого из древесины, физико-механические и химические свойства, а также правила обмера, учета, маркировки, транспортировки, приемки и сдачи продукции.

Лесные товары – это продукция, получаемая путем механической или химической переработки ствола, корней и кроны дерева. Все лесные товары делят по основным признакам на семь групп¹.

1. Лесоматериалы – это материалы из древесины, получаемые путем механической обработки, срубленных деревьев или их частей сохранившие ее природную физическую структуру и химический состав. В основном на переработку поступает ствол дерева. Также, при заготовке и переработке деловой древесины образуется низкокачественная древесина, которая используется в виде топлива и как технологическое сырье. Лесоматериалы установленного назначения называют *сортиментами*.

По степени механической обработки и способам производства лесоматериалы разделяют на шесть классов:

- *круглые* – получают при поперечном делении хлыстов на отрезки требуемой длины;
- *пиленные* – получают при продольном делении круглых лесоматериалов на лесопильном оборудовании;
- *лущенные* – вырабатывают путем лущения (резание по спирали) круглых лесоматериалов на лущильных станках на тонкие листы;
- *строганные* – вырабатывают путем резания (строгания) пиленных сортиментов на шпоно-строгальных станках на тонкие листы шириной не более диаметра кряжа;
- *колотые* – получают при раскалывании древесины в радиальной или тангенциальной плоскости;

¹ Уголев Б. Н. Указ. соч.

– *измельченные* – получают путем дробления и резания древесины в рубительных машинах, фрезерно-пильных и стружечных станках и других устройствах.

2. Сырье для лесохимических производств – это товары, получаемые механическим путем из ствола, корней, кроны, предназначенные для использования в качестве сырья при выработке дубильных экстрактов, пиролиза и углежжения и сырья для угля специального назначения. Сюда входят: корье лиственницы, ели, ивы и древесное сырье из дуба, каштана; пневый и стволовый осмол из сосны; древесное сырье хвойных и лиственных пород; древесная зелень, живица и соки, добываемые из живых деревьев.

3. Композиционные древесные материалы – это материалы, образованные механико-химическими способами с помощью связующих, вяжущих и других веществ из предварительно разделенной на части древесины или коры. К ним относится фанера, древесностружечные древесноволокнистые и столярные плиты, арболит и другие современные аналогичные материалы.

4. Модифицированная древесина – это цельная древесина с направленно измененными свойствами, получаемая механико-химическими способами. В указанную группу входит древесина прессованная, пластифицированная аммиаком, модифицированная синтетическими смолами и др.

5. Целлюлоза и бумага. Эта группа объединяет различного вида и назначения продукцию, получаемую путем химической переработки сырья. Это целлюлоза, древесная масса, бумага, картон и др.

6. Продукция гидролизного и дрожжевого производства. К этой продукции относятся спирт, кормовые и пищевые дрожжи, фурфурол и другие товары, которые получают из низкокачественной древесины и отходов путем химической переработки.

7. Продукция лесохимических производств. В эту группу входят разнообразные продукты (живица, древесная смола, древесный уголь, скипидар, канифоль, деготь, дубильные экстракты, биологически активные вещества и пр.), которые получают из товаров 2 группы путем химической переработки.

Стандартизация лесных товаров

Стандартизация – это деятельность, направленная на достижение упорядоченности в определенной области, с целью повышения ее безопасности, конкурентоспособности, обеспечения рационального использования ресурсов, научно-технического прогресса, взаимозаменяемости продукции, сопоставимости результатов испытаний и измерений. В настоящее время стандартизацией лесных товаров занимается Технический комитет по стандартизации «Лесоматериалы», который рассматривает проекты стандартов и дает заключение по стандартам организаций на круглые лесоматериалы и пиломатериалы. По состоянию на 2003 г. эти виды продукции обязательной сертификации не подлежат.

В стандартах на круглые, пиленные и другие виды лесоматериалов разработаны технические требования к сортаментам, учитывающие породу древесины, размеры, допуски и припуски к номинальным размерам, сорта, степень обработки. В стандартах регламентируются правила маркировки, обмера, учета, приемки и хранения лесоматериалов.

Все эти показатели качества данного сортамента, зависят от его назначения, требуемых свойств древесины (прочности, обрабатываемости, биостойкости, пропитываемости др.), запасов древесины и др.. В стандартах предусмотрены ограничения в использовании древесины ценных пород (бука, кедра и других ценных пород), с целью рачительного их использования.

При установлении размеров сортиментов учитывают их назначение, технические и экономические соображения, возможности оборудования для их переработки.

С учетом технических возможностей станков и оборудования для отдельных сортиментов установлены допуски – отклонения от номинальных размеров в сторону их увеличения или уменьшения.

Для круглых сортиментов установлены обязательные прибавки к номинальным размерам – припуски, компенсирующие уменьшение длины при торцовке и разделке на более короткие сортименты. Для пиломатериалов при определении фактических размеров толщины и ширины учитывают припуски на усушку древесины. Круглые сортименты и пиломатериалы подразделяют на сорта в зависимости от качества, которое определяется толщиной сортамента и наличием пороков древесины. В стандартах

на лесоматериалы указаны требования к степени обработки (круглые лесоматериалы могут быть окоренными и неокоренными, пиломатериалы могут быть обрезными и необрезными и т.д.), даны нормы допускаемых дефектов обработки.

2.2. Круглые лесоматериалы

Основные определения

Круглые лесоматериалы широко используются в различных отраслях промышленности и строительства.

По породам круглые лесоматериалы разделяются на две группы: круглые лесоматериалы хвойных пород и круглые лесоматериалы лиственных пород

Ствол поваленного дерева, очищенный от сучьев и отделенный от корневой части, называется *хлыстом*. Хлысты поставляются в неокоренном виде. Они подразделяются на три группы качества в зависимости от выхода деловой древесины после раскряжевки, получаемые круглые лесоматериалы представляют собой отпиленные поперечными резами части хлыста. В хлысте различают комлевую, срединную и вершинную части (рис. 2.1).

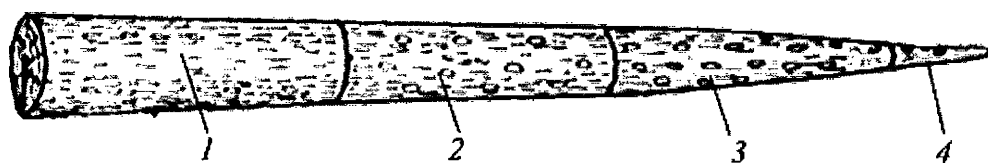


Рис. 2.1. Хлыст и его части:

1 – комлевая; 2 – срединная; 3 – вершинная;
4 – вершинка

Комлевая часть хлыста считается высшей по качеству древесины бессучковой или малосучковой зоной ствола, срединная – преимущественно зона отмерших сучьев, а вершинная часть, характеризуется большой сбежистостью – зона кроны с крупными живыми сучьями.

Рабочий процесс по разделке хлыстов на сортименты называется *раскряжевкой*. Полученные в результате раскряжевки хлыстов круглые лесоматериалы в зависимости от их размеров, назначения и качества носят различные названия.

Бревно – круглый лесоматериал диаметром 14 см и более и длиной 4 м и более. Бревно, вырезанное нижней части хлыста, называется комлевым, из средней – срединным, а из верхней – вершинным.

Комлевые бревна определяют по корневым наплывам, и закомелистости в нижнем торце; вершинные – по значительному количеству срезов крупных живых сучьев, большому сбегу и по развилкам вторичных вершин. К срединным относятся бревна, не имеющие признаков комлевых и вершинных.

Балансы – круглые или колотые лесоматериалы диаметром 8–24 см, длиной 1–3 м предназначенные для производства целлюлозы и древесной массы.

Кряж – отрезок толстого ствола преимущественно лиственной породы длиной 2–6,5 м, предназначенный для выработки специальных видов лесопродукции. По назначению различают кряжи фанерные, спичечные, бондарные, тарные, шпальные и др.

Чурак – отрезок кряжа, соответствующий по длине размерам, необходимым для обработки на деревообрабатывающих станках (луцильных, шпонострогальных и др). Кряж при механической обработке разделяется обычно на несколько чураков.

Жердь – лесоматериал длиной 3,5–6,5 м и толщиной 3–7 см, используемый в строительстве и сельском хозяйстве.

Размеры лесоматериалов и припуски на них определены соответствующими стандартами. В зависимости от назначения лесоматериалов в стандартах установлены различные по величине припуски, отклонения и градации. Так, например, для хвойных и лиственных лесоматериалов, применяемых в круглом виде, припуск по длине установлен до 0,05 м. Хвойные и лиственные лесоматериалы, предназначенные для распиловки и строгания, балансовое долготье и спичечные кряжи должны иметь припуск по длине от 0,03 до 0,05 м, а фанерные кряжи, предназначенные для лущения 0,02 до 0,03 м. Хвойные и лиственные лесоматериалы, предназначенные для последующей разделки по длине на более короткие сортименты,

должны иметь припуск по 0,03 м на каждый короткомерный сортимент, при этом общая длина лесоматериала может иметь отклонение $\pm 0,02$ м. Для балансов, рудничной стойки и дров установлены отклонения по длине $\pm 0,02$. Не имеют градации по длине шпальные, фанерные, аккумуляторные кряжи, балансы всех видов и бревна для линий связи. Для лесоматериалов перечисленных назначений в стандартах установлены конкретные их длины.

По качеству круглые лесоматериалы подразделяются на деловые и дровяные. Деловые среднетолщинные и крупномерные лесоматериалы толщиной от 14 см и более подразделяются на три сорта: 1, 2, 3; тонкомерные лесоматериалы толщиной 6–13 см на два сорта: 2 и 3; лесоматериалы толщиной менее 6 см на сорта не подразделяются.

Во всех сортах хвойных и лиственных лесоматериалов не допускается наружная трухлявая гниль. В хвойных или лиственных лесоматериалах общего назначения во всех сортах допускаются без ограничения в размерах следующие пороки древесины: ложное ядро без признаков загнивания, червоточина поверхностная, химические окраски, закомелистость, сбежистость, свилеватость, крень, обдир коры, карры, прорость закрытая, водослой, засмолок, кармашки, внутренняя заболонь и пятнистость.

В лесоматериалах первого сорта не допускаются табачные сучки, глубокая и неглубокая червоточина, двойная сердцевина и боковое побурение. В лесоматериалах второго сорта не допускаются те же пороки древесины, что и в первом, кроме табачных сучков, которые допускаются в хвойных лесоматериалах второго сорта размером не более 20 мм и в количестве не более 2 шт. на всю длину сортимента. В лесоматериалах 3-го сорта допускаются следующие пороки древесины: пасынок, двойная сердцевина и наклон волокон, табачные сучки размером не более 50 мм. Наиболее низкое качество древесины имеют лесоматериалы 3-го сорта, в которых допускаются с ограничениями в размерах и количестве почти все пороки древесины, кроме наружной трухлявой гнили и заболонной гнили в заболонных породах.

При установлении сорта лесоматериалов специальных назначений и экспортных необходимо учитывать дополнительные требования к их качеству, которые приведены в соответствующих стандартах.

При наличии на лесоматериале нескольких пороков, сорт устанавливается по худшему из сортов, установленных по каждому пороку древесины в отдельности.

Для полной информации о лесоматериалах, полученных в результате раскряжевки хлыста, на торец сортимента наносится информация о его размере и качестве. Эта информация записывается принятыми условными обозначениями. Процесс нанесения на лесоматериал условных обозначений называется маркировкой. Маркировка остается на лесоматериале до использования его по назначению. Поштучно маркируются все деловые круглые лесоматериалы диаметром в вершине 14 см и более длиной более 2 м, дровяное долготье и технологическое сырье длиной более 3 м (рис. 2.2)¹. Независимо от длины маркируются круглые лесоматериалы специальных назначений – фанерные, шпальные, карандашные, лыжные и другие кряжи. Полная марка, состоящая из букв, цифр и знаков, проставляется несмываемой краской или мелком на верхнем срезе лесоматериала. Буквы в марке указывают назначение лесоматериала, следующие за буквой цифры – его сорт, арабские цифры, проставляемые в конце марки – последнюю цифру диаметра бревна или кряжа.

В 1998 г. разработаны современные требования к маркировке. В рекомендациях РД 13–2–4–98 «Маркировка круглых лесоматериалов и пиломатериалов» подробно изложены возможные способы поштучной и групповой маркировки; процедура учета лесоматериалов, включающая составление протоколов измерений, актов приемки, ведомостей, отгрузочные спецификации; сведения о технических средствах для измерений, маркировки, регистрации, обработки и передачи результатов измерений, а также другие материалы, содержащие сведения об изготовителе и соответствии лесоматериалов требованиям контракта.

Применяется также номерная (учетная) маркировка бревен штриховым кодом, облегчающая процесс маркировки и приемку партии

¹ Михайличенко А. Л., Сметанин И. С. Практикум по древесиноведению и лесному товароведению: учеб. пособ. для техникумов. 2-е изд., перераб. и доп. М., 1989. 104 с.

промаркированных лесоматериалов, причем вместо нанесения обозначения краской, используются специальные легко устанавливаемые таблички.

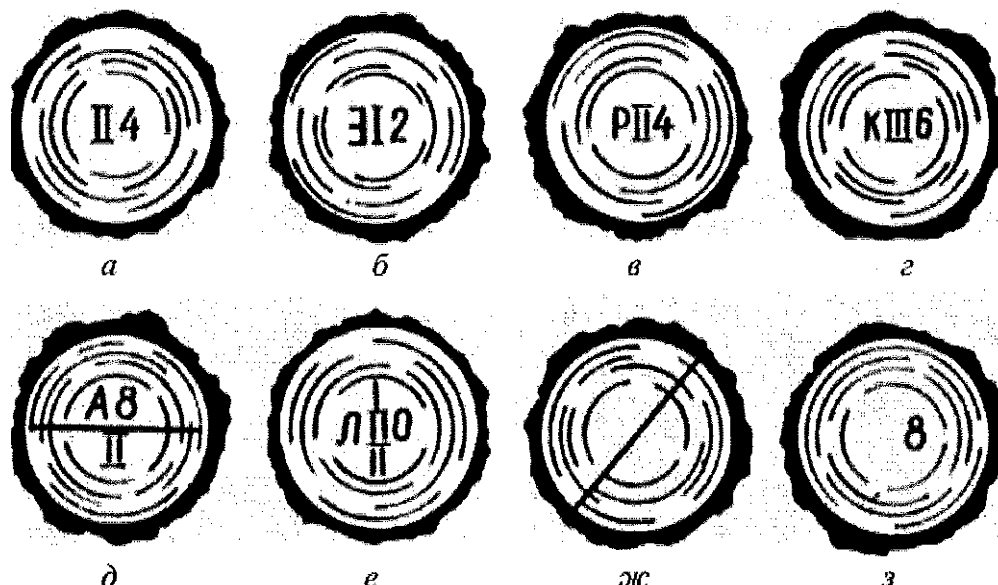


Рис. 2.2. Примеры маркировки круглых лесоматериалов:

- а* – бревна пиловочные общего назначения 2-го сорта диаметром 14, 24, 34 см и т. д.;
- б* – бревна пиловочные экспортные 1-го сорта диаметром 22, 32, 42 см и т. д.;
- в* – резонансные кряжи 2-го сорта диаметром 14, 44, 54 см и т. д.;
- г* – шпальные кряжи 3-го сорта диаметром 26, 36, 46 см и т. д.;
- д* – комбинированные кряжи диаметром 28, 38, 48 см и т. д. для выработки авиационных пиломатериалов с некондиционной частью 2-го сорта, пригодной для выработки пиломатериалов общего назначения;
- е* – фанерные кряжи диаметром 20, 30, 40 см и т. д., имеющие, считая от комлевого торца, 1-й чурок 1-го сорта, 2-й и 3-й чураки 2-го сорта;
- ж* – бревна и кряжи, выработанные из вершинной части хлыста;
- з* – дровяное долготье диаметром 18, 28, 38 см и т. д.

Практическая работа 1

Изучение правил обмера и учета круглых сортиментов

Цель

Научить обучающихся способам, методам и правилам обмера и учета круглых лесоматериалов.

Инструменты, наглядные пособия, раздаточный материал

Измерительные инструменты – линейки¹, металлические рулетки², мерные скобы, ГОСТ 2292–88³, ГОСТ 9462–88⁴, ГОСТ 9463–2016⁵, ГОСТ 2708–75⁶, круглые лесоматериалы (при выполнении работы на складе сырья) или задачи (при выполнении работы в аудитории), ведомость учета круглых лесоматериалов⁷.

Порядок выполнения работы

Данная работа может выполняться на складе сырья или в аудитории.

Выполнение работы на складе сырья

Учебная группа делится на подгруппы, состоящие из 2–3 обучающихся. Каждой подгруппе устанавливается задание по измерению и учету сортиментов. Все данные полученные в результате измерений и вычислений записываются в табл. 2.1.

Известны три способа обмера и учета круглых лесоматериалов: поштучный, складочный, геометрический или автоматизированный. Иногда применяется и весовой способ учета круглых лесоматериалов. В данной работе обучающиеся изучают поштучный способ обмера и учета круглых лесоматериалов.

Поштучно обмеряются и учитываются деловые сортименты. Сначала у круглых сортиментов измеряют толщину и длину. Толщину измеряют в верхнем отрезе, применяя складной метр (рис. 2.3, а), мерную скобу (рис. 2.3, б) и мерную вилку (рис. 2.3, в).

Толщину круглых сортиментов, измеряют без коры в двух взаимно перпендикулярных направлениях. За фактическую толщину сортимента принимают среднюю величину между большими и меньшими размерами D_{cp} .

$$D_{cp} = \frac{D_1 + D_2}{2}, \quad (2.1)$$

где D_{cp} – фактическая толщина сортимента, см; D_1 – наибольший диаметр в верхнем срезе, см; D_2 – наименьший диаметр, см.

¹ Линейки измерительные. Технические условия. М., 2007. 7 с.

² Рулетки измерительные металлические. Технические условия. М., 2000. 11 с.

³ Лесоматериалы круглые. Маркировка, сортировка, транспортирование, методы измерения и приемка. М., 2003. 10 с.

⁴ Лесоматериалы круглые лиственных пород. Технические условия. М., 2006. 12 с.

⁵ Лесоматериалы круглые хвойных пород. М., 2016. 10 с.

⁶ Лесоматериалы круглые. Таблица объемов. М., 2006. 19 с.

⁷ Михайличенко А. Л., Сметанин И. С. Указ. соч.

Длина круглых сортиментов измеряется в метрах с точностью $\pm 0,01$ м. Для ее измерения применяют металлическую рулетку (рис. 2.3, з) и мерную рейку (рис. 2.3, д). Если торцы лесоматериала имеют косой срез, то его фактическая длина определяется по наименьшему расстоянию.

Затем определяется наименование сортиментов, порода древесины, из которой они изготовлены. Результаты записываются в графу 2. Далее измеряется фактическая толщина сортимента, результаты измерения записываются в графы 3 и 4. Результаты вычислений средней толщины записывают в графу 5, а результаты измерений фактической длины сортимента в графу 6.

В графе 7 записывается величина номинального припуска или отклонения, установленная ГОСТ 9462–88 и ГОСТ 9463–2016. После этого приступают к определению номинальных размеров сортимента. Результаты определения этих размеров записывают в графы 8 и 9.

Для получения номинальной толщины фактическую толщину округляют с учетом величины градации, установленной ГОСТ 9462–88 и ГОСТ 9463–2016. Для лесоматериалов толщиной до 13 см установлена градация по толщине 1 см, а толщиной 14 см и более – 2 см. Таким образом, тонкомерные лесоматериалы толщиной до 13 см учитывают в четных и нечетных числах. При установлении номинальной толщины таких лесоматериалов доли менее 0,5 см отбрасывают, а доли 0,5 см и более принимают за 1 см. Например, фактическую толщину лесоматериала 6,4 см принимают за 6 см, а толщину 6,5 см – за 7 см.

Среднетолщинные и крупномерные лесоматериалы толщиной 14 см и более учитываются только в четных числах. При установлении их номинальной толщины доли менее 1 см в учет не принимаются, а доли размером 1 см и более округляются до ближайшего большего четного числа. Например, фактические толщины от 15 до 16,9 см принимаются за 16 см, а толщины от 17 до 18,9 см принимаются за 18 см.

Номинальная длина лесоматериала также учитывается с припуском, отклонениями и величинами градации по длине. Например, хвойные пиловочные бревна общего назначения заготавливаются длиной от 4 до 6,5 м с градацией 0,25 м, т. е. длиной 4,00; 4,25; 4,50; 4,75; 5,00; 4,25 и т. д. до 6,5 м.

Иногда в результате нарушения технологического процесса фактическая длина сортиментов оказывается меньше номинального размера или не имеет соответствующего припуска. В этом случае длину лесоматериала уменьшают на величину градации по длине и принимают ближайшее меньшее значение номинальной длины. Например, фактическую длину соснового пиловочного бревна общего назначения 6,0 м следует принять за номинальную длину 5,75 м.

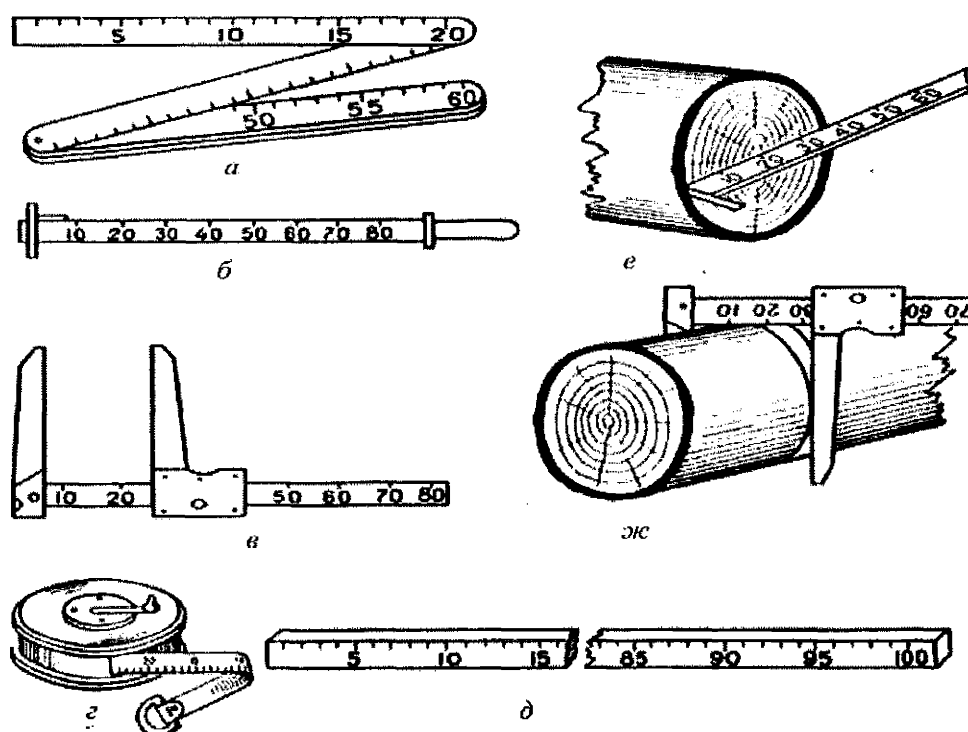


Рис. 2.3. Инструменты для измерения круглых лесоматериалов:
а – складной метр; *б* – мерная скоба; *в* – мерная вилка;
г – рулетка; *д* – мерная рейка; *е* – приемы измерения мерной скобой;
ж – приемы измерения мерной вилкой

В графу 10 записывают величину фактического припуска по длине сортимента, ΔL_{ϕ} , определяемого по формуле

$$\Delta L_{\phi} = L_{\phi} - L, \quad (2.2)$$

где ΔL_{ϕ} – припуск по длине сортимента, см, L_{ϕ} – фактическая длина сортимента, м; L – номинальная длина сортимента, м.

Объем круглого сортимента определяют по номинальным размерам без учета припуска и отклонения по длине в соответствии с ГОСТ 2708–75. Результаты определения объема сортимента записываются в графу 11, а в графу 12 – выводы о соответствии или несоответствии фактических размеров сортимента требованиям соответствующего стандарта.

Ведомость учета круглых лесоматериалов после заполнения представляется преподавателю на проверку.

Выполнение работы в аудитории

Для выполнения практического занятия по круглым лесоматериалам в аудитории используются задачи, приближенные к производственным условиям (прил. 2 задание 1). Используя данные, приведенные в задаче, обучающиеся

с помощью соответствующих стандартов заполняют ведомость учета круглых лесоматериалов. Порядок заполнения указанной ведомости такой же, как и при выполнении данной работы на складе сырья. Ведомость учета круглых лесоматериалов (табл. 2.1) заполняет каждый обучающийся и представляет преподавателю на проверку.

Пример выполнения задания

Определить номинальные размеры и объем соснового пиловочного бревна общего назначения, если его наибольший диаметр в верхнем срезе D_1 равен 23,8 см, наименьший диаметр в том же срезе D_2 равен 23 см, а фактическая длина L_{ϕ} равна 4,52 м. Проверить соответствие фактической длины бревна требованиям ГОСТ 9463–2016.

Решение. Определяем среднюю толщину бревна в верхнем срезе D_{cp} по формуле (2.1), получаем

$$D_{cp} = \frac{D_1 + D_2}{2} = \frac{23,8 + 23,0}{2} = 23,4 \text{ см.}$$

Определяем номинальную толщину бревна D по ГОСТ 9463–2016. Для среднетолщинных и крупномерных лесоматериалов установлена градация по длине 2 см. Среднюю толщину бревна D_{cp} , округляем до ближайшей номинальной толщины, которая равна 24 см.

Определяем номинальную длину бревна L . По ГОСТ 9463–2016. Ближайшие номинальные длины для данного бревна равны 4,5 и 4,25 м. При номинальной длине 4,5 м, его фактическая длина с учетом установленного припуска от 0,03 до 0,05 м должна быть равна от 4,53 до 4,55 м. Фактическая длина бревна не укладывается в данный диапазон длин. Вследствие заниженного припуска номинальную длину бревна L уменьшаем на величину градации 0,25 м и принимаем за 4,25 м.

Определяем объем бревна V . По ГОСТ 2708-75, имеем, что при длине 4,25 м и толщине 24 см объем бревна равен 0,22 м³.

Определяем соответствие фактической длины бревна требованиям ГОСТ 9463–2016. Правильность фактической длины бревна устанавливаем по его фактическому припуску ΔL_{ϕ} . Используя формулу (2.2), имеем:

$$\Delta L_{\phi} = L_{\phi} - L = 4,52 - 4,25 = 0,27 \text{ м.}$$

При сравнении фактического припуска по длине с установленным в ГОСТ 9463–72, имеем 0,27 м больше 0,03 м и 0,27 м больше 0,05 м.

Вывод: пиловочное бревно заготовлено по длине с нарушением стандарта.

Используя полученные значения, заполняем ведомость учета круглых лесоматериалов (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Ведомость учета круглых лесоматериалов

№ п/п	Наименование сор- тимента, порода	Фактические размеры				Номинальные припуски, допуски, м
		Толщина, см			Длина, м	
		мини- мальная	макси- мальная	сред- няя		
1	2	3	4	5	6	7
1	Пиловочное бревно общего назначения, сосна	23,0	23,8	23,4	4,52	0,03–0,05

Окончание табл. 2.1

п/п	Наименование сортамента, порода	Номинальные разме- ры		Факти- ческий допуск, м	Объем. м'	Соответствие фактических требованиям стандарта
		Толщина, см	Длина, м.			
1	2	8	9	10	11	12
1	Пиловочное бревно общего назначения, сосна	24	4,25	0,27	0,220	Размер по длине не со- ответствует ГОСТ 9463– 2016

Контрольные вопросы

1. Что такое хлысты их различие?
2. Какие припуски на длину круглых сортиментов?
3. Что такое пиловочник? Характеристика, параметры.
4. Что такое шпальный кряж? Характеристика, параметры.
5. Назовите разновидности кряжей.
6. Что такое балансы? Характеристика, параметры.
7. Что такое рудничная стойка? Характеристика, параметры.
8. Методы измерения объема лесоматериалов.

Практическая работа 2

Определение качества круглых лесоматериалов и их маркировка

Цель

Научить обучающихся определению сорта круглых лесоматериалов и их маркировке.

Инструменты, наглядные пособия, раздаточный материал

ГОСТ 9463–2016¹, ГОСТ 9462–88², ГОСТ 2292–88³ ГОСТ 2140–81⁴, или задачи (при выполнении работы в аудитории), ведомость учета качества круглых лесоматериалов⁵

Порядок выполнения работы

Данная работа может выполняться на складе сырья или в аудитории.

Выполнение работы на складе сырья

Учебная группа делится на подгруппы, состоящие из 2–3 обучающихся.

Каждой подгруппе устанавливается задание на определение сорта и марки сортиментов. Все данные полученные в результате измерений и вычислений записываются в табл. 2.2.

Перед началом работы проводится инструктаж по технике безопасности. Преподаватель подробно объясняет безопасные правила работы при работе с сортиментами. После разбора примера обучающиеся определяют наименование сортимента и породу древесины, из которой он выработан. Результаты определения записывают в графу 2. Затем измеряют длину и толщину сортимента, по фактическим размерам устанавливают номинальные размеры сортимента, которые записывают в графы 3 и 4.

После этого обучающиеся выявляют наличие пороков древесины на сортименте, по ГОСТ 2140–81 устанавливают их вид и разновидность, измеряют

¹ Лесоматериалы круглые хвойных пород.

² Лесоматериалы круглые лиственных пород. Технические условия.

³ Лесоматериалы круглые. Маркировка, сортировка, транспортирование, методы измерения и приемка.

⁴ Видимые пороки древесины. Классификация, термины и определения, способы измерения. М., 2006. 123 с.

⁵ Михайличенко А. Л., Сметанин И. С. Указ. соч.

параметры пороков древесины и устанавливают их единицы измерения. Результаты данной работы, обучающиеся записывают в графы 5, 6, 7 и 8. В графу 9 обучающиеся записывают формулы, по которым определяются значения величины порока или степени поражения им сортимента.

В графе 10 записывается сравнение вычисленной величины порока древесины или степени поражения им сортимента с нормой, установленной в соответствующем стандарте. По результатам сравнения, обучающиеся определяют сорт бревна или кряжа по каждому пороку древесины в отдельности и записывают его в графу 11. Сорт круглых лесоматериалов хвойных пород определяют по ГОСТ 9463–2016, а лиственных пород по ГОСТ 9462–88. Если на лесоматериале хвойных или лиственных пород одновременно имеется несколько пороков, то его сорт в целом устанавливается по худшему из сортов, определенных по каждому пороку древесины в отдельности.

В графе 12 проставляется марка для каждого сортимента в отдельности по ГОСТ 2292–88.

Выполнение работы в аудитории

Для выполнения практического занятия по круглым лесоматериалам в аудитории используются задачи, приближенные к производственным условиям (прил. 2 задание 1). Используя данные, приведенные в задаче, обучающиеся с помощью соответствующих стандартов заполняют ведомость учета качества круглых лесоматериалов (табл. 2.2). Порядок заполнения указанной ведомости такой же, как и при выполнении данной работы на складе. Отчет о проделанной работе в аудитории, обучающиеся представляют преподавателю в конце занятия.

Пример выполнения задания

Определить сорт и установить марку соснового пиловочного бревна общего назначения длиной L 6 м и толщиной $D=32$ см, на котором имеются следующие пороки древесины: сучки здоровые сросшиеся и несросшиеся в количестве N двух штук на худшем трехметровом участке бревна, диаметры этих сучков d_1 равен 52 мм и d_2 равен 25 мм; наклон волокон при величине отклонения от прямого направления Δ_x равно 8 см на протяжении 1 м длины бревна.

Решение. 1. Определяем степень сучковатости бревна размерами сучков l_{pc} . С учетом дополнительного допуска одного сучка любых размеров в среднетолщинных и крупномерных лесоматериалах имеем

$$l_{pc} = d_{2max} = d_2 = 25 \text{ мм.}$$

2. Количество здоровых сросшихся и несросшихся сучков в хвойных лесоматериалах не нормируется, поэтому степень сучковатости бревна количеством сучков не определяем.

3. Определяем сорт бревна по сучкам. При сравнении полученной степени сучковатости бревна с нормой, установленной в ГОСТ 9463–2016, имеем: 25 мм больше 15 мм, допускаемых в лесоматериалах 1-го сорта; 25 мм меньше 50 мм, допускаемых в лесоматериалах 2-го сорта. Вывод: бревно по сучкам относится ко 2-му сорту.

4. Вычисляем величину наклона волокон i_H :

$$i_H = \frac{\Delta x}{D} = \frac{8}{32} = \frac{1}{4} D.$$

5. Определяем сорт бревна по наклону волокон. При сравнении вычисленной величины наклона волокон с нормой, установленной в ГОСТ 9463–2016, имеем: $\frac{1}{4} D$ меньше $\frac{1}{3} D$, допускаемых в лесоматериалах 1-го сорта.

Вывод: бревно по наклону волокон относится к 1-му сорту.

6. Определяем сорт бревна в целом. Он устанавливается по худшему из сортов, определенных по каждому пороку древесины в отдельности, следовательно, бревно в целом относится ко 2-му сорту.

7. Устанавливаем марку бревна. По ГОСТ 2292–88 устанавливаем буквенный маркировочный знак, убеждаемся, что бревна пиловочные общего назначения буквенного знака не имеют. Сорт бревна можно обозначить римской цифрой II, а толщину – арабской цифрой 2. Полная марка для данного пиловочного бревна имеет вид «II 2».

Таблица 2.2

Ведомость учета качества круглых лесоматериалов

№ п/п	Наименование сортимента, порода	Номинальные размеры, см		Пороки древесины	
		Длина L , м	Диаметр D , см	Вид и разновидность	Параметры
1	2	3	4	5	6

№ п/п	Наименование сортимента, порода	Пороки древесины				Сорт	Мар- ка
		Размеры и количе- ство	Единицы измере- ния	Величина порока или степень поражения	Сравнение величины порока или степени по- ражения с нормой в стандарте		
1	2	7	8	9	10	11	12

Контрольные вопросы

1. Как хлысты различаются по качеству?
2. Как определяется количество здоровых сросшихся и несросшихся сучков в хвойных лесоматериалах?
3. Как определяется сорт бревна по наклону волокон?
4. Как определяется сорт бревна в целом?
5. Какие пороки допускаются в пиловочных бревнах 1-го сорта?
6. В каких лесоматериалах допускается гниль?
7. Какие пороки допускаются в балансах?

2.3. Пиломатериалы и заготовки

Классификация

В зависимости от области применения пиломатериалы классифицируют по назначению, форме поперечного сечения, породам, степени обработки, местоположению в бревне, расположению пластей и кромок относительно годичных слоев и качеству.

По назначению пиломатериалы делят на три группы: внутрироссийские общего назначения, внутрироссийские специального назначения и экспортные.

По форме поперечного сечения могут быть выделены следующие пиломатериалы: доска, брус, брусек, заготовка из древесины, шпала, обапол и горбыль.

Пиломатериалы – это продукция из древесины, полученная в результате продольного деления бревен на бревнопильном оборудовании на части, имеющие, как минимум, две плоско-параллельные пласти (рис. 2.3).¹

Заготовки – это доски и бруски, выпиленные применительно к заданным размерам и качеству древесины деталей с соответствующими припусками на механическую обработку и усушку. Из заготовок получают детали.

Деталь – это заготовка, у которой удалили припуски, на данной технологической операции.

По форме и размерам поперечного сечения пиломатериалы делят на доски, бруски и брусья.

Доска – это пиломатериал, у которого толщина не более 100 мм, а ширина превышает две толщины.

Брус – это пиломатериал, у которого ширина и толщина более 100 мм. У *брусков* ширина меньше двойной толщины.

В пиломатериалах продольную широкую сторону называют *пластью*, а узкую – *кромкой*. Линия пересечения пласти и кромки называется *ребром*. Пласти доски или бруса, обращенная к периферии бревна, называется *наружной*, а к сердцевине бревна – *внутренней*. У необрезных пиломатериалов пропилены только пласти, а кромки не пропилены. У обрезных пиломатериалов пропилены все четыре стороны, но на их кромках может в допустимых пределах сохраниться часть бревна, она называется *обзолом*. Обзол может быть *тупым* (рис. 2.3, е) или *острым* (рис. 2.3, и),

В зависимости от направления годовичных слоев в доске пиломатериалы могут быть тангенциальной, радиальной или смешанной распиловки. К *радиальным* относятся пиломатериалы, у которых годовые слои почти перпен-

¹ Барташевич А. А., Бахар Л. М. Материаловедение : учеб. пособие для проф. техн. училищ. Минск, 2002. 246 с.

дикулярны к пласти (угол больше 60°). Такие пиломатериалы имеют лучшие резонансные свойства и применяются при изготовлении музыкальных инструментов. У *тангенциальных* пиломатериалов угол между пластью и касательной к годовому слою менее 45° .

По месторасположению в бревне доски разделяются на сердцевинные, центральные и боковые. *Сердцевинные* – когда сердцевина бревна выпиливается в одну доску. Две доски, которые выпиливают из центра бревна, называют *центральными*. Доски, которые выпиливают за пределами двух центральных или одной сердцевинной, называются *боковыми*.

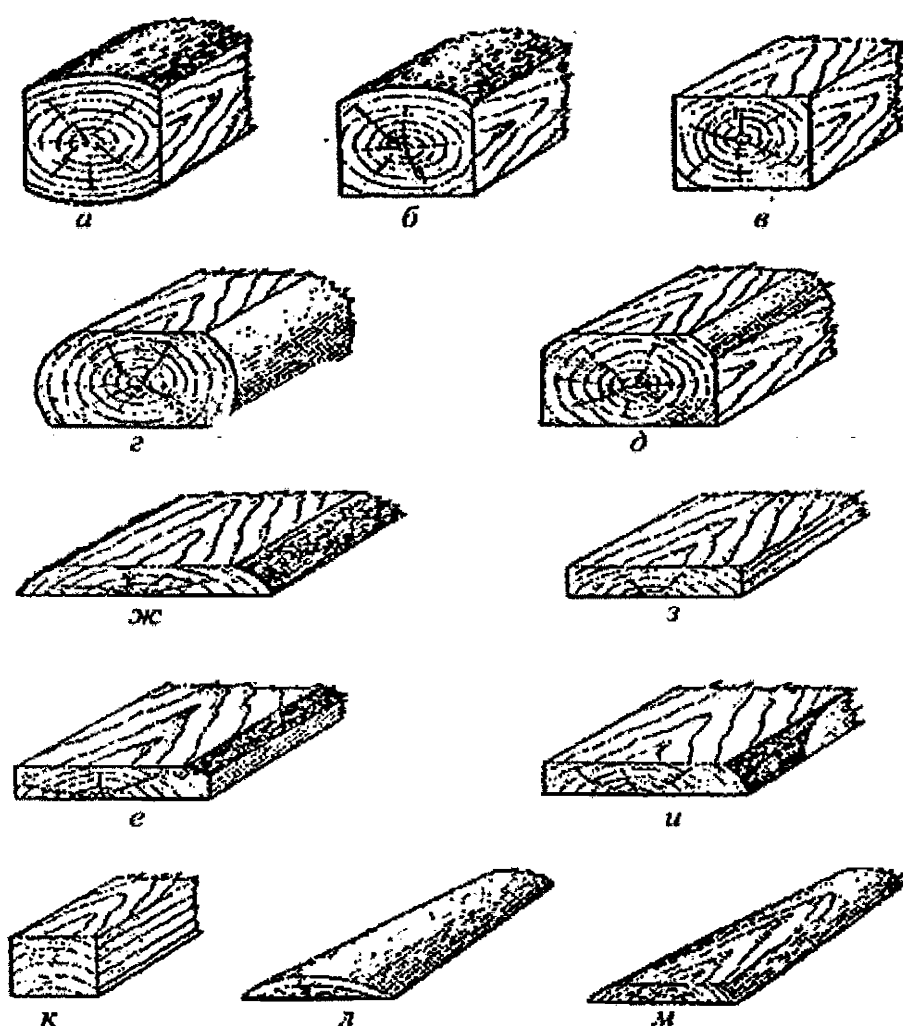


Рис. 2.3. Виды пиломатериалов:

а – брус двухкантный; б – брус трехкантный; в – брус четырехкантный;
г – шпала необрезная; д – шпала обрезная; ж – доска необрезная; з – доска обрезная;
и – доска обрезная с тупым обзолом; и – доска обрезная с острым обзолом;
к – брусок; л – обапол горбыльный; м – обапол дощатый

Пиломатериалы должны удовлетворять требованиям стандартов в отношении размеров, качества древесины, качества и точности обработки.

Пиломатериалы общего назначения.

Пиломатериалы общего назначения изготавливаются из древесины хвойных и лиственных пород. Их размеры и требования регламентируются ГОСТ 24454–80¹, ГОСТ 2695–83², ГОСТ 6564–84³. Большинство пиломатериалов вырабатывается из древесины хвойных пород.

Номинальные размеры всех пиломатериалов установлены для древесины влажностью 20 %. При иной влажности размеры пиломатериалов необходимо устанавливать с учетом величины усушки. Ее определяют в зависимости от размеров пиломатериалов, начальной и конечной их влажности, а также породы древесины (отдельно для хвойных и для лиственных). Величина усушки установлена соответствующими стандартами.

Размеры, которые имеют пиломатериалы непосредственно после распиловки бревен, называют распиловочными. Они больше номинальных на величину усушки.

Например, для получения хвойной доски толщиной 60 мм, находим по стандарту величину усушки для доски толщиной 60 мм, которая равна 1,8 мм. Выпиливаем доску толщиной 61,8 мм. После высыхания до влажности 20 % толщина доски станет равной 60 мм.

Толщину и ширину пиломатериалов измеряют в миллиметрах, длину – в метрах, объем – в метрах кубических. Фактические размеры досок – это размеры при их измерении.

Пиломатериалы из древесины хвойных пород. Ширина необрезных и односторонне обрезных пиломатериалов определяется как полусумма двух пластей, измеренных на середине их длины. Ширина узкой пласти необрезных досок толщиной 16–50 мм в любом месте должна быть не менее 50 мм, досок толщиной 60–100 мм – не менее 60 мм и досок толщиной 125 мм и более – не менее 0,6 толщины.

¹ *Пиломатериалы хвойных пород. Размеры.* М., 2007. 4 с.

² *Пиломатериалы лиственных пород. Технические условия.* М., 2007. 6 с.

³ *Пиломатериалы и заготовки. Правила приемки, методы контроля, маркировка и транспортирование.* М., 2007. 8 с.

Размеры необрезных досок по ширине установлены через 10 мм. При округлении части до 5 мм не учитываются, а 5 мм и более принимаются за 10 мм.

Длина хвойных пиломатериалов установлена от 1,0 до 6,5 м с градацией 0,25 м, для производства тары – от 0,5 м с градацией 0,1 м.

В зависимости от наличия пороков древесины и качества обработки для досок и брусков установлено 5 сортов: 0 (отборный), I, II и III и IV, – а для брусьев – четыре (без отборного). Для каждого сорта установлены нормативные размеры допустимых пороков древесины и качества обработки. Основными сортообразующими пороками являются сучки, трещины, гнили, а из дефектов обработки – обзол, крыловатость, шероховатость поверхности.

Сучки по форме и расположению на пиломатериале могут быть разнообразными (рис. 1.35). При определении сорта пиломатериала учитывают вид сучка, его размеры и количество на любом метровом участке доски по ее длине.

Так, здоровые сросшиеся сучки у пиломатериалов шириной более 100 мм отборного сорта допускаются размером не более 20 мм в количестве не более 2 шт. на метровом участке длины. У пиломатериалов 1-го сорта – размером не более $1/4$ ширины пласти и в количестве не более 3 шт., второго сорта – не более 4 сучков размером не свыше $1/3$ ширины пласти; третьего сорта – не более 4 сучков размером до $1/2$ ширины пласти. У пиломатериалов четвертого сорта сучки не ограничиваются.

Грибные поражения на пиломатериалах могут быть в виде цветных пятен и полос, плесени и гнили. Размеры этих пороков определяют в долях площади пиломатериала и строго ограничивают. Гнили в пиломатериалах допускаются только в досках IV сорта в виде пятен и полос общей площадью не более 10 % площади доски. Из пиломатериалов с любыми грибными поражениями нельзя делать тару для пищевых продуктов.

В обрезных досках острый обзол не допускается. Тупой допускается размером не более $1/6$ ширины (толщины) доски без ограничения по длине (0, I и II сортов) и не более $1/3$ ширины (толщины) доски III сорта.

Шероховатость поверхности пиломатериалов зависит от оборудования, на котором производится распиловка древесины. Так, для пиломатериалов, выпиленных на лесопильных рамах шероховатость для IV сорта не должна превышать 1 600 мкм, для остальных сортов – 1 250 мкм.

Сорт пиломатериалов маркируется на торцах или на краю пласти водостойкими красками или мелом. Доски IV сорта не маркируют. Маркировка досок общего назначения содержит только обозначение сорта, а специальных пиломатериалов – еще и букву, которая соответствует их назначению.

Пиломатериалы лиственных пород. В зависимости от качества древесины и обработки установлено три сорта – I, II и III¹. Толщина пиломатериалов лиственных пород принята 19, 22, 25, 32, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90 и 100 мм, ширина досок обрезных – 60, 70, 80, 90, 100, 110, 130, 150, 180 и 200 мм, а необрезных и односторонне обрезных – от 50 мм и более с градацией 10 мм. Ширина узкой пласти необрезных досок должна быть не менее 40 мм. Длина досок из твердых лиственных пород должна быть от 0,5 до 6,5 м с градацией 0,1 м, а досок из мягких лиственных пород и березы от 0,5 до 2,0 м с градацией 0,1 м и от 2,0 до 6,5 м с градацией 0,25 м.

Для пиломатериалов хвойных и лиственных пород установлены следующие допускаемые отклонения от номинальных размеров:

- по длине от 50 мм до 25 м;
- толщине: для досок толщиной до 32 мм – $\pm 1,0$ мм; для досок толщиной более 32 мм – $\pm 2,0$ мм; для брусьев толщиной более 100 мм – $\pm 3,0$ мм;
- ширине: для досок шириной до 100 мм – $\pm 2,0$ мм; для пиломатериалов шириной более 100 мм – $\pm 3,0$ мм.

Экспортные пиломатериалы

Эти пиломатериалы, выработанные из российского леса, пользуются большим спросом на мировом рынке. В зависимости от пункта назначения поставки пиломатериалы имеют различную нормативную документацию. Например, для экспорта в Европу и Азию идут преимущественно пиломатериалы так называемой «северной сортировки», а через порты средиземноморья поступают пиломатериалы «черноморской сортировки».

Размеры экспортных хвойных пиломатериалов, которые отгружают через северные порты, по ширине и толщине такие же, как и пиломатериалов общего назначения. По толщине они подразделяются на тонкие (16–22 мм), средние (25–44 мм) и толстые (50–100 мм), по ширине – на узкие (75–125 мм)

¹ Барташевич А. А., Бахар Л. М. Указ. соч.

и широкие (150 мм и более). Длина экспортных пиломатериалов установлена следующая; короткие — от 0,45 до 2,4 м и длинные — от 2,7 до 6,3 м. По качеству эти пиломатериалы подразделяют на пять сортов — I, II и III, IV, V. Сорта устанавливают в зависимости от наличия и размеров пороков древесины, а также качества обработки пиломатериалов.

Отдельно установлен стандарт для хвойных пиломатериалов, которые отгружают за рубеж через черноморские порты. Их размеры значительно отличаются от размеров пиломатериалов, которые отгружаются через северные порты. Для этих пиломатериалов установлены следующие размеры: по толщине — 18, 24, 38, 48, 58, 66, 70, 76, 96, 124, 150 и 220 мм, по ширине — 70, 76, 96, 100, 110, 120 и т. д., по длине — от 1,5 до 6,5 м с градацией 0,25 м. По качеству они делят на три группы: бессортные, IV и V сортов.

Заготовки

Широко используются для изготовления деталей, которые применяются в строительстве, производстве мебели, производстве паркета и других отраслях народного хозяйства.

Размеры поперечных сечений заготовок приближены к соответствующим размерам пиломатериалов. При этом заготовки толщиной до 32 мм называются тонкими, а больше — толстыми. Кроме того, выделяют досковые и брусковые заготовки по тем же критериям, как и пиломатериалы.

Заготовки из древесины хвойных пород по ГОСТ 9685–61¹ подразделяют на четыре группы качества: 1, 2, 3 и 4. Группа качества хвойных заготовок устанавливается по худшей стороне, за исключением мебельных заготовок для лицевых деталей, группу качества которых устанавливают по лучшей стороне. В заготовках всех групп качества не допускаются гнили всех разновидностей. В них допускаются любых размеров следующие пороки древесины: крень, водослой, завиток, свилеватость и химические окраски. Остальные пороки древесины ограничены в размерах или не допускаются.

Заготовки из древесины лиственных пород по ГОСТ 7897–83² подразделяются на три сорта: 1, 2 и 3. В заготовках данного вида не допускаются

¹ Заготовки из древесины хвойных пород. Технические условия. М., 1994. 14 с.

² ГОСТ 7897–83. Заготовки лиственных пород. Технические условия. М., 1990. 10 с.

следующие пороки древесины: загнившие, гнилые и табачные сучки, гнили всех разновидностей, дупло, острый обзол, обугленность, сквозные трещины и инородные включения. В заготовках 1-го сорта, кроме того, не допускаются частично сросшиеся и несросшиеся здоровые сучки, двойная сердцевина, прорость, внутренняя заболонь, грибные ядровые пятна и полосы, заболонные грибные окраски и червоточина. Остальные пороки древесины ограничиваются в размерах или допускаются. Сорт лиственных заготовок устанавливается по худшей пласти и кромке.

Согласно данному стандарту маркируются пиломатериалы и заготовки всех назначений, кроме обапола и авиационных пиломатериалов. Маркировке подлежат пиломатериалы длиной от 1 м и более и заготовки всех длин. Марка проставляется несмываемой краской или мелком, или отбойным клеймом на пласт пиломатериала (заготовки) или на торец пиломатериала. Она состоит из знаков, цифр и букв. Знаки и цифры в марке указывают сорт или группу качества пиломатериала или заготовки. Пиломатериалы и заготовки толщиной менее 25 мм маркируются знаком в виде полос, а толщиной 25 мм и более – знаком в виде точек. Строганные пиломатериалы маркируются только на торце краской или отбойным клеймом. На пиломатериалах, предназначенных для судостроения, проставляется буква С, для лыж – буква Л, для резонансных – буква Р. Марка должна быть четкой, ее расположение на торцах и пластах пиломатериалов и заготовок должно соответствовать схемам, приведенным в ГОСТ 6564–84. Примеры поштучной маркировки пиломатериалов и заготовок приведены на рис. 2.4.

При реализации пиломатериалов и заготовок в пакетах их поштучная маркировка не проводится, а маркируют пакет в целом. В этом случае формируется пакет с сортиментом одного сорта, к пакету прикрепляется ярлык размером 80 × 120 мм с реквизитами: номер пакета, наименование предприятия-изготовителя или его товарный знак, наименование пилопродукции, сорт или группа качества, породы древесины, размеры поперечного сечения в миллиметрах, количество пилопродукции в кубометрах, номер стандарта на пилопродукцию. При реализации в пакетах деревянных шпал или переводных брусьев на ярлыке дополнительно проставляются их типы. Ярлык изготавливается из влагостойких материалов или бумаги (картона), вложенной в конверт из водонепроницаемых материалов.

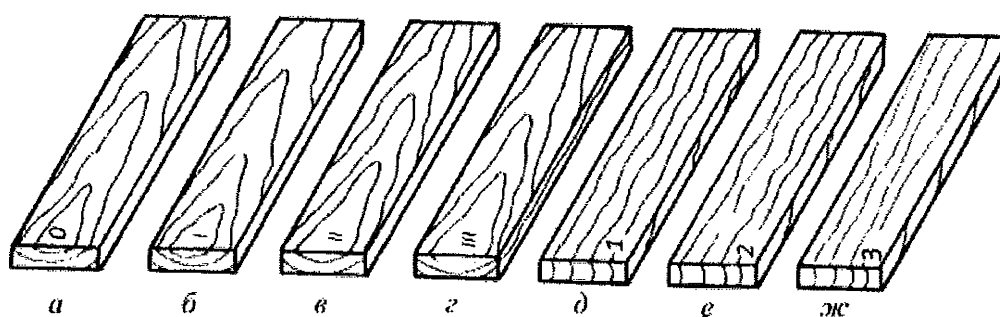


Рис. 2.4. Примеры маркировки пиломатериалов и заготовок любой толщины:

а, б, в, г – только пиломатериалов; *д, е, ж* – только заготовок;

а – отборный сорт; *б, д* – 1-й сорт и I и группа качества;

в, е – 2-й сорт и 2-я группа качества; *г, ж* – 3-й сорт и 3-я группа качества

Пилопродукцию вырабатывают по спецификациям, которые составляются с учетом требований потребителей. Спецификацией пиломатериалов называют ведомость, в которой указано распределение пиломатериалов по породам, размерам, качеству и назначению. В спецификации указывают также количество (объем) пиломатериалов каждой типоразмерной группы.

Практическая работа 3

Изучение правил обмера и учета пиломатериалов

Цель

Научить обучающихся правилам обмера и учета пиломатериалов.

Инструменты, наглядные пособия, раздаточный материал

ГОСТ 6564–84¹; ГОСТ 24454–80²; ГОСТ 2695–83³, ГОСТ 9685–61⁴; ГОСТ 7897–83⁵; ГОСТ 5306–83⁶, ГОСТ 6782.1–75⁷, ГОСТ 6782.2–75⁸ измерительные инструменты – металлические рулетки, измерительные линейки, штанген-

¹ ГОСТ 6564–84.

² ГОСТ 24454–80.

³ ГОСТ 2695–83.

⁴ ГОСТ 9685–61.

⁵ ГОСТ 7897–83.

⁶ *Пиломатериалы и заготовки. Таблицы объемов.* М., 2001. 151 с.

⁷ *Пилопродукция из древесины хвойных пород. Величина усушки.* М., 2003. 11 с.

⁸ *Пилопродукция из древесины лиственных пород. Величина усушки.* М., 2009. 14 с.

циркули, образцы пиломатериалов и заготовок (при выполнении работы на складе сырья) или задачи (при выполнении работы в аудитории), ведомость учета пиломатериалов¹.

Порядок выполнения работы

Данная работа может выполняться на складе сырья или в аудитории.

Выполнение практической работы на складе сырья

Учебная группа делится на подгруппы, состоящие из 2-3 обучающихся. Каждой подгруппе устанавливается задание по измерению и учету 3–5 сортиментов. Все результаты измерений и вычислений записываются в табл. 2.3. После разбора примера обучающиеся определяют наименование сортиментов, породу древесины, из которой они изготовлены. Результаты определения записывают в графу 2.

Затем обучающиеся приступают к измерению фактических размеров пиломатериалов и заготовок. В соответствии с ГОСТ 6564–84 измеряют толщину, ширину и длину сортиментов. Толщину измеряют штангенциркулем, ширину – измерительной линейкой, а длину – металлической рулеткой. Толщину пиломатериалов измеряют в любом месте длины, где нет обзола, но не ближе 150 мм от торцов с округлением результатов до 1 мм. Ширину обрезных пиломатериалов и заготовок с параллельными кромками измеряют также в любом месте длины, где нет обзола, но не ближе 150 мм от торцов. Ширину пиломатериалов с непараллельными кромками измеряют на середине длины как полусумму ширин обеих пластей (без учета коры и луба). При этом доли до 5 мм не учитывают, а доли 5 мм и более считают за 10 мм. Длину измеряют по наименьшему расстоянию между торцами с округлением фактического размера до 0,01 м. Результаты измерений записывают в графы 3 и 4.

Затем обучающиеся определяют номинальные размеры пилопродукции, результаты записывают в графу 5. Для определения номинальных размеров нужно установить припуск на усушку, величину градации по длине и отклонения от номинальных размеров по длине, толщине и ширине.

Припуск на усушку принимается по ГОСТ 6782.1–75 и ГОСТ 6782.2–75 и записывается в графу 6. В графу 7 обучающиеся записывают размеры пилопродукции с припуском на усушку, которые вычисляют по формулам, приведенным ниже. Припуск на усушку по длине пилопродукции не учитывают, поскольку в

¹ Михайличенко А. Л., Сметанин И. С. Указ. соч.

направлении длины волокон он незначительный, составляет 0,1 % и им можно пренебречь.

Толщину пилопродукции с припуском на усушку H_{w1} определяют по выражению

$$H_{w1} = H_w + \Delta_h, \quad (2.3)$$

где H_{w1} – толщина с припуском на усушку; H_w – номинальная толщина при установленной стандартной влажности, мм; Δ_h – припуск на усушку, мм.

Ширину пилопродукции с припуском на усушку B_{w1} определяют по формуле

$$B_{w1} = B_w + \Delta_h, \quad (2.4)$$

где B_{w1} – ширина с припуском на усушку; B_w – номинальная ширина при установленной стандартной влажности, мм; Δ_h – припуск на усушку, мм.

Градация по длине пилопродукции установлена в стандартах в зависимости от породы древесины и назначения. Так, например, для пиломатериалов хвойных пород, предназначенных для внутреннего рынка и экспорта, градация по длине равна 0,25 м; для изготовления тары – 0,1 м; для экспортных пиломатериалов длиной от 0,9 до 6,3 м – 0,3 м. Для пиломатериалов из древесины твердых лиственных пород градация по длине установлена 0,1 м; мягких лиственных пород и березы при длине пиломатериалов от 0,5 до 1,9 м – 0,1 м; при длине от 2,0 до 6,5 м – 0,25 м. Для необрезных и односторонне обрезных пиломатериалов хвойных и лиственных пород градация по ширине равна 10 мм. В графу 8 табл. 9 обучающиеся выписывают из соответствующих стандартов предельные отклонения.

На основании данных граф 7 и 8 обучающиеся вычисляют возможные отклонения фактических размеров пилопродукции при влажности в момент измерения и записывают их в графу 9. Объем, проставляемый в графе 10, определяется по формуле

$$V = B_{cp} H L, \quad (2.5)$$

где V – объем пилопродукции, м³; B_{cp} – средняя ширина, измеренная на середине ее длины, м; H , L – толщина и длина, м.

В графе 11 обучающиеся записывают выводы о соответствии каждого размера пилопродукции установленному размеру в стандарте, выявленные нарушения при несоблюдении стандарта. Заполненная ведомость учета пилопродукции представляется преподавателю в конце занятия.

Выполнение работы в аудитории

Для выполнения практического занятия в аудитории используются задачи, приближенные к производственным условиям (прил. 2 задание 2).

Используя данные, приведенные в задаче, обучающиеся с помощью соответствующих стандартов и на основании изученной методики измерения и учета размеров пиломатериалов выполняют задание и заполняют ведомость учета пиломатериалов (табл. 2.3).

Пример выполнения задания

Определить номинальные размеры и объем сосновой обрезной доски смешанной распиловки, предназначенной для внутреннего рынка, если ее фактические размеры при влажности 50% равны: длина – 45 м; толщина – 42 мм; ширина – 156 мм. Проверьте соответствие фактических размеров доски требованиям ГОСТ 24454–80.

Решение. 1. Определяем номинальную длину доски при влажности 20%. По ГОСТ 24454–80, устанавливаем градацию по длине для хвойных досок внутри-союзного назначения, которая равна 0,25 м. Ближайшие к фактической длине номинальные длины равны 4,50 и 4,25 м. Отклонения по длине доски допускаются +0,050 и – 0,025 м. Припуск на усушку по длине доски не учитывают. Если принять номинальную длину доски 4,5 м, то ее фактическая длина может колебаться в диапазоне от 4,475 до 4,55 м.

В нашем примере фактическая длина доски равна 4,45 м, что не укладывается в указанный диапазон длин, следовательно, принять эту доску длиной 4,5 м нельзя. Теперь предположим, что номинальная длина этой доски равна 4,25 м. При этом размере ее фактическая длина может быть от 4,225 до 4,3 м. Доска же имеет фактическую длину 4,45 м, что не укладывается в указанный диапазон длин, следовательно, она изготовлена с нарушением стандарта. После повторной и правильной торцовки ее номинальная длина принимается за 4,25 м

2. Определяем номинальную толщину доски при влажности 20 %. По ГОСТ 24454–80, ближайшие к фактической толщине номинальные толщины равны 40 и 44 мм. Отклонения по толщине для указанных толщин досок равны ± 2 мм. Предположим, что номинальная толщина доски равна 40 мм. Определяем толщину доски с учетом припуска на усушку H_{50} по формуле (2.3)

$$H_{50} = H_{20} + \Delta_h = 40 + 1,2 = 41,2 \text{ мм.}$$

Фактическая толщина доски с учетом предельных отклонений может колебаться в диапазоне от 39,2 до 43,2 мм. В нашем примере фактическая толщина доски равна 42 мм, укладывается в указанный диапазон толщин, следовательно, она изготовлена в соответствии с ГОСТ 24454–80. Вывод: номинальная толщина доски при влажности 20% равна 40 мм.

3. Определяем номинальную ширину доски при влажности 20 %. По ГОСТ 24454–80, ближайшая к фактической ширине номинальная ширина

доски равна 150 мм. Отклонение по ширине для данной доски равно ± 3 мм. Тогда ширина доски с учетом припуска на усушку B_{50} по формуле (2.4) равна

$$B_{50} = B_{20} + \Delta_h = 150 + 3,9 = 153,9 \text{ м.}$$

Фактическая ширина доски с учетом предельных отклонений может колебаться в диапазоне от 150,9 до 156,9 мм. В нашем примере фактическая ширина доски при влажности 50 % равна 156 мм, укладывается в указанный диапазон ширин, следовательно, она изготовлена в соответствии с ГОСТ 24454–80. Вывод: номинальная ширина доски при влажности 20 % равна 150 мм.

Таблица 2.3

Ведомость учета пилопродукции

п/п	сортимент, порода, вид распиловки, относительно годичных слоев, годичных слоев, влажность	Параметры пилопродукции ед. измерения	Размеры		
			При влажности в момент измерения	Номинальные	Припуск на усушку
1	2	3	4	5	6
1	Обрезная доска, сосна, смешанной распиловки, влажность 50%	Длина, м	4,45	4,25	0,0
		Толщина, мм	42	40	1,2
		Ширина, мм	156	150	3,9

Окончание табл. 2.3

№ п/п	Наименование сортимента, порода	Размеры			Объем, м³	Соответствие фактических размеров требованиям стандарта
		Номинальные с припуском на усушку	Предельные отклонения	Возможные отклонения фактического размера при влажности в момент измерения		
1	2	7	8	9	10	11
	Обрезная доска, сосна, смешанной распиловки, влажность 50%	4,25	+0,050, -0,025	От 4,225 до 4,3	0,0255	Не соответствует
		41,2	± 2	39,2 до 43,2		Соответствует
		153,9	± 3	150,9 до 156,9		Соответствует

4. Определяем объем доски V_{20} . По ГОСТ 5306–83 имеем, что при толщине 40 мм, ширине 150 мм и длине 4,25 м объем данной доски по формуле (2.5) равен

$$V = B_{\text{сп}} H L = 0,150 \cdot 0,040 \cdot 4,25 = 0,0255 \text{ м}^3.$$

Порядок заполнения указанной ведомости такой же, как и при выполнении работы на складе сырья. Ведомость учета пиломатериалов заполняет каждый обучающийся и представляет преподавателю на проверку.

Контрольные вопросы

1. Какая продукция из древесины относится к пиломатериалам?
2. В чем отличие заготовок от пиломатериалов?
3. В чем отличие заготовки от детали?
4. Как различают пиломатериалы по местоположению в бревне?
5. Что такое номинальный, и распиловочный размеры?
6. Как классифицируются пиломатериалы по степени обработки?
7. Каковы правила определения фактических размеров пиломатериалов?
8. В чем отличие шпалы от бруса?

Практическая работа 4

Определение качества пиломатериалов и их маркировка

Цель

Научить обучающихся определять сорт пиломатериалов и маркировать их.

Инструменты, наглядные пособия, раздаточный материал

ГОСТ 6564–84¹; ГОСТ 24454–80²; ГОСТ 2695–83³, ГОСТ 9685–61⁴; ГОСТ 7897–83⁵; ГОСТ 5306–83⁶, ГОСТ 6782.1–75⁷, ГОСТ 6782.2–75⁸ измеритель-

¹ *Пиломатериалы и заготовки. Правила приемки, методы контроля, маркировка и транспортирование.*

² *Пиломатериалы хвойных пород. Размеры.*

³ *Пиломатериалы лиственных пород. Технические условия.*

⁴ *Заготовки из древесины хвойных пород. Технические условия.* М., 1994. 14 с.

⁵ *Заготовки лиственных пород. Технические условия.* М., 1990. 10 с.

⁶ *Пиломатериалы и заготовки. Таблицы объемов.* М., 2001. 151 с.

⁷ *Пилопродукция из древесины хвойных пород. Величина усушки.* М., 2003. 11 с.

⁸ *Пилопродукция из древесины лиственных пород. Величина усушки.* М., 2009. 14 с.

ные инструменты – металлические рулетки, измерительные линейки, штангенциркули, образцы пиломатериалов и заготовок (при выполнении работы на складе сырья) или задачи (при выполнении работы в аудитории), ведомость учета качества пилопродукции¹.

Порядок выполнения работы

Данная работа может выполняться на складе сырья или в аудитории.

Выполнение работы на складе сырья

При работе на складе пиломатериалов учебная группа делится на подгруппы, состоящие из 2–3 обучающихся. Каждое звено получает задание на определение сорта и марки 2–3 сортиментов. После разбора примера обучающиеся определяют наименование сортимента, породу древесины, из которой он изготовлен. Результаты записывают в графу 2 (табл. 2.4). Затем обучающиеся измеряют длину, ширину и толщину сортимента. По фактическим размерам устанавливают номинальные размеры сортимента, которые записывают в графы 3, 4 и 5. При осмотре сортимента, обучающиеся выявляют наличие пороков древесины, определяют их вид и разновидность по ГОСТ 2140–81, измеряют их параметры и устанавливают единицы их измерения. Результаты проделанной работы записывают в графы 6, 7, 8 и 9. Далее учащиеся вычисляют величину порока или степень поражения им сортимента. Порядок вычислений и их результаты записывают в графу 10. В графу 11 обучающиеся записывают сравнение вычисленной величины порока древесины или степени поражения им сортимента с нормой, допускаемой в соответствующем стандарте. По результатам этих сравнений устанавливается сорт пилопродукции по каждому пороку древесины, который записывают в графу 12.

Заполненная ведомость учета качества пилопродукции представляется преподавателю в конце занятия.

Выполнение практической работы в аудитории

Для выполнения практического занятия в аудитории используются задачи, приближенные к производственным условиям (прил. 2 задание 2).

Используя данные, приведенные в задаче, обучающиеся с помощью соответствующих стандартов и на основании изученной методики учета качества пиломатериалов выполняют задание и заполняют ведомость учета качества пиломатериалов (табл. 2.4).

¹ Михайличенко А. Л., Сметанин И. С. Указ. соч.

Пример выполнения задания

1. Сосновая обрезная доска общего назначения длиной L 6 м, шириной B 175 мм, толщиной H 50 мм на худшей пласти на 1 м имеет два одиночно расположенных здоровых сросшихся сучка. Диаметры сучков d_1 и d_2 равны 25 и 20 мм. Кроме того, по всей длине доска имеет тупой обзол шириной на пласти b_n 55 мм и глубиной на кромке h_n 10 мм. Определить сорт доски и установить ее марку.

Решение. Определяем степень сучковатости пиломатериала размерами сучков

$$i_{cp} = \frac{d_{max}}{B} = \frac{25}{175} = \frac{1}{7} B,$$

где i_{cp} – степень сучковатости; d_{max} – наибольший диаметр сучка, мм; B – ширина доски, мм.

2. Определяем количество сучков на любом метре длины пиломатериала (по условию задачи) $i_{kc} = 2$ шт./м.

3. Определяем сорт доски по сучкам. При сравнении вычисленной степени сучковатости с нормой, допускаемой в ГОСТ 8486–86, имеем, что $\frac{1}{7} B < \frac{1}{5} B$, допускаемой для пиломатериалов отборного сорта, а 2 шт./м = 2 шт./м, допускаемым для пиломатериалов также отборного сорта.

Вывод: по сучкам доска относится к отборному сорту.

4. Определяем величину обзола на пласти доски

$$i_{об}^b = \frac{b_n}{B} = \frac{55}{175} = \frac{11}{35} B,$$

где $i_{об}^b$ – величина обзола на пласти доски, b_n – ширина тупого обзола, мм; B – ширина доски, мм.

5. Определяем сорт доски по обзолу на пласти. При сравнении вычисленной величины обзола на пласти доски с нормой, допускаемой в ГОСТ 8486–86, имеем, что $\frac{11}{35} B > \frac{1}{6} B$. Для пиломатериалов отборного, 1-го и 2-го сортов допускается обзол на пласти не более $\frac{1}{6} B$, а для пиломатериалов 3-го сорта – не более $\frac{1}{3} B$. $\frac{11}{35} B < \frac{1}{3} B$, допускаемой стандартом для пиломатериалов 3-го сорта.

Вывод: по обзолу на пласти доска относится к 3-му сорту.

6. Определяем величину обзола на кромке доски

$$i_{об}^h = \frac{h_n}{H} = \frac{10}{50} = \frac{1}{5} H.$$

где $i_{об}^h$ – величина обзола на кромке доски, h_n – ширина обзола, мм; H – толщина доски, мм.

Таблица 2.4

Ведомость учета качества пилопродукции

№ п/п	Сортимент, порода	Номинальные размеры			Вид и разновидность	Параметры
		Длина L, м	Средняя ширина В _{ср}	Толщина Н, мм		
1	2	3	4	5	6	7
1	Обрезная доска об- щего назначения, сосна	6	175	50	Сучки здоровые сросшиеся на пласти	Диаметр сучков 1-го (d_1) 2-го (d_2). Количество сучков на 1 м ($i_{кс}$)
					Обзол тупой по всей длине	Длина (l) Ширина по пласти (b) Глубина по кромке (h)

Окончание табл.2.4

Пороки древесины					Сорт
Размеры и количество	Единица измерения	Величина порока или степень поражения	Сравнение величин порока или степени поражения с нормой в стандарте		
8	9	10	11		
25	мм	$i_{cp} = \frac{d_{max}}{B} = \frac{25}{125} = \frac{1}{5} B$	$\frac{1}{7} B < \frac{1}{5} B$	Отборный	
20 2	мм шт./м	$i_{кс}=2$ шт./м	2 шт/м=2шт/м	То же	
6 000	мм	$i_l = \frac{L}{L} = \frac{6000}{6000} = \frac{1}{1} L$	В отборном 1, 2 и 3-м сортах по длине не учитывается	-	
55	мм	$i_l = \frac{b}{B} = \frac{55}{175} = \frac{11}{35} B$	$\frac{11}{35} B > \frac{1}{6} B$ $\frac{11}{35} B < \frac{1}{3} B$	3	
10	мм	$i_l = \frac{h}{H} = \frac{10}{50} = \frac{1}{5} H$	$\frac{1}{5} H > \frac{1}{6} H$ $\frac{1}{5} H > \frac{1}{3} H$	3	

7. Определяем сорт доски по обзолу на кромке. При сравнении вычисленной величины обзола на кромке с нормой, установленной в ГОСТ 8486–86, имеем, что $\frac{1}{5} H > \frac{1}{6} H$. Для пиломатериалов отборного, 1-го и 2-го сортов допускается обзол на кромке не более $> \frac{1}{6} H$, а 3-го сорта - не более $\frac{1}{3} H$. $\frac{1}{5} H < \frac{1}{3} H$ допускаемой стандартом для пиломатериалов 3-го сорта. Вывод: по обзолу на кромке доска относится к 3-му сорту.

8. Определяем сорт доски в целом. Сорт доски в целом устанавливается по худшему из сортов, определенных по каждому пороку древесины в отдельности. Вывод: обрезная доска в целом относится к 3-му сорту.

9. Устанавливаем марку доски. По ГОСТ 6564–84, имеем, что пиломатериалы 3-го сорта общего назначения толщиной 25 мм и более маркируются тремя точками, проставляемыми на торце, или римской цифрой III, проставляемой на пласти у одного из торцов.

Однако имеется и другой вариант, данную доску можно отнести к необрезным доскам ввиду ее некачественной обработки, при этом сорт ее устанавливается не по обзолу, а по сучкам. Данная доска как необрезная может быть реализована отборным сортом.

Контрольные вопросы

1. Какие основные пороки у лиственных пиломатериалов?
2. Какие основные пороки у хвойных пиломатериалов?
3. Какие имеются сорта у хвойных пиломатериалов?
4. Какие имеются сорта у лиственных пиломатериалов?
5. Какие различия в определении сорта обрезных и необрезных пиломатериалов?
6. Какие пороки допускаются у пиломатериалов хвойных пород первого сорта?
7. К каким пиломатериалам относится отборный сорт?
8. Как измеряются сучки?
9. Какими стандартами определяются технические требования и размеры для хвойных и лиственных пиломатериалов?
10. Какие сорта применяют для хвойных и лиственных пиломатериалов?

Заключение

В учебном пособии собраны теоретические сведения и рекомендации по проведению лабораторно-практических занятий с целью оптимизации обучения и уменьшения затрат времени на освоение предмета. Для закрепления знаний и получения практических навыков, после изучения темы предложены контрольные вопросы, позволяющие самостоятельно оценить степень усвоения изученного материала. Для наглядного представления приведен иллюстрационный материал по темам лабораторных и практических работ. Предложены задания, приближенные к производственным условиям. Подробно описаны и приведены примеры решения таких задач.

Учебное пособие содержит необходимые теоретические и практические материалы для успешного освоения предмета и дальнейшего изучения специальных дисциплин.

Рекомендательный библиографический список

1. Бубенчиков, М. А. Лабораторный практикум по порокам древесины : учеб. пособие / М. А. Бубенчиков. – М. : Лесн. пром-сть, 1978. – 128 с.
2. Барташевич, А. А. Материаловедение : учеб. пособие / А. А. Барташевич, Л. М. Бахар. – Минск : Технопринт, 2002. – 246 с.
3. Вакин, А. Т. Пороки древесины / А. Т. Вакин. О. И. Полубояринов, В. А. Соловьев. – 2-е изд. перераб. и доп. – М. : Лесн. пром-сть, 1980. – 112 с.
4. Горюнов, А. К. Лесозэксплуатация и основы лесного товароведения : учеб. для сред. профтехучилищ / А. К. Горюнов. Ф. П. Садовничий. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Лесн. пром-сть, 1985. – 200 с.
5. ГОСТ 427–75. Линейки измерительные металлические. Технические условия. – М. : Стандартинформ, 2007. – 7 с.

6. *ГОСТ 7502–98*. Рулетки измерительные металлические. Технические условия. – М. : Изд-во стандартов, 2000. – 11 с.
7. *ГОСТ 166–89*. Штангенциркули. Технические условия. – М. : Изд-во стандартов, 2014. – 11 с.
8. *ГОСТ 6507–90*. Микрометры Технические условия. – М. : Изд-во стандартов, 2004. – 12 с.
9. *ГОСТ 16483.18–72*. Древесина. Метод определения числа годовичных слоев в 1 см и содержания поздней древесины в годовичном слое. – М. : Изд-во стандартов, 1999. – 4 с.
10. *ГОСТ 16483.7–71*. Древесина. Методы определения влажности. – М. : Изд-во стандартов, 2006. – 4 с.
11. *ГОСТ 16483.35–88*. Древесина. Метод определения разбухания. – М. : Изд-во стандартов, 1999. – 6 с.
12. *ГОСТ 16483.32–77*. Древесина. Метод определения предела гигроскопичности. – М. : Изд-во стандартов, 1999. – 7 с.
13. *ГОСТ 16483.19–72*. Древесина. Метод определения влагопоглощения – М. : Изд-во стандартов, 1999. – 4 с.
14. *ГОСТ 16483.20–72*. Древесина. Метод определения водопоглощения. – М. : Изд-во стандартов, 1999 – 4 с.
15. *ГОСТ 16483.1–84*. Древесина. Метод определения плотности. – М. : Изд-во стандартов, 1999. – 7 с.
16. *ГОСТ 16483.0–89*. Древесина. Общие требования к физико-механическим испытаниям. – Введ. 1990–01–07. – М. : Изд-во стандартов, 1990. – 11 с.
17. *ГОСТ 16483.10–73*. Древесина. Методы определения предела прочности при сжатии вдоль волокон. – М. : Изд-во стандартов, 1999 – 7 с.
18. *ГОСТ 16483.3–84*. Древесина. Метод определения предела прочности при статическом изгибе. – М. : Изд-во стандартов, 1999. – 7 с.
19. *ГОСТ 2140–81*. Видимые пороки древесины. Классификация, термины и определения, способы измерения. – М. : Стандартинформ, 2006. – 123 с.
20. *ГОСТ 2708–75*. Лесоматериалы круглые. Таблица объемов. – М. : Стандартинформ, 2006. – 19 с.

21. *ГОСТ 2292–88*. Лесоматериалы круглые. Маркировка, сортировка, транспортирование, методы измерения и приемка. – М. : Изд-во стандартов, 2003. – 10 с.

22. *ГОСТ 9462–88*. Лесоматериалы круглые лиственных пород. Технические условия. – М. : Изд-во стандартов, 2006. – 12 с.

23. *ГОСТ 9463–2016*. Лесоматериалы круглые хвойных пород. Технические условия. – М. : Стандартинформ, 2016. – 10 с.

24. *ГОСТ 6564–84*. Пиломатериалы и заготовки. Правила приемки, методы контроля, маркировка и транспортирование. – М. : Стандартинформ, 2007. – 8 с.

25. *ГОСТ 24454–80*. Пиломатериалы хвойных пород. Размеры. – М. : Стандартинформ, 2007 – 4 с.

26. *ГОСТ 2695–83*. Пиломатериалы лиственных пород. Технические условия. – М. : Стандартинформ, 2007. – 6 с.

27. *ГОСТ 9685–61*. Заготовки из древесины хвойных пород. Технические условия. – М. : Изд-во стандартов, 1994 – 14 с.

28. *ГОСТ 7897–83*. Заготовки лиственных пород. Технические условия. – М. : Изд-во стандартов, 1990. – 10 с.

29. *ГОСТ 5306–83*. Пиломатериалы и заготовки. Таблицы объемов. – М. : Изд-во стандартов, 2001. – 151 с.

30. *ГОСТ 6782.1–75*. Пилопродукция из древесины хвойных пород. Величина усушки. – М. : Изд-во стандартов, 2003. – 11 с.

31. *ГОСТ 6782.2–75*. Пилопродукция из древесины лиственных пород. Величина усушки. – М. : Стандартинформ, 2009. – 14 с.

32. *Лесная энциклопедия*. В 2 т. Т. 1 / гл. ред. Г. И. Воробьев ; редкол. Н. А. Анучин [и др.]. – М. : Сов. энцикл., 1985. – 563 с.

33. *Лесное товароведение с основами древесиноведения : методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов специальности 260400 «Лесное хозяйство»* / сост. С. А. Корчагов. – Вологда : ВГМХА, 2003. – 32 с

34. *Михайличенко, А. Л.* Древесиноведение и лесное товароведение : учеб. для техникумов / А. Л. Михайличенко. И. С. Сметанин. – М. : Лесн. пром-сть, 1987. – 224 с.

35. *Михайличенко, А. Л.* Практикум по древесиноведению и лесному товароведению : учеб. пособие для техникумов / А. Л. Михайличенко.

И. С. Сметанин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Лесн. пром-сть, 1989. – 104 с.

36. *Перелыгин, Л. М.* Древесиноведение / Л. М. Перелыгин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Лесн. пром-сть, 1969. – 316 с.

37. *Потыкалова, М. В.* Лесное товароведение с основами древесиноведения : учеб.- метод. комплекс / М. В. Потыкалова. – Архангельск : Изд-во Архангельского гос. техн. ун-та, 2009. – 129 с.

38. *Станко, Я Н.* Лабораторные работы по материаловедению для столяров, плотников и паркетчиков : учеб. пособие для ПТУ / Я. Н. Станко. – М. : Высш. шк., 1989. – 111 с.

39. *Уголев, Б. Н.* Древесиноведение и лесное товароведение : учеб. для сред. проф. образования / Б. Н. Уголев. – 4-е изд., стер. – М. : Академия, 2011 – 272 с.

40. *Уголев, Б. Н.* Древесиноведение и лесное товароведение : учеб. для сред. проф. образования / Б. Н. Уголев. – 4-е изд., стер. – М. : Академия, 2011 – 272 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Макроскопические признаки древесины основных хвойных и лиственных пород

Таблица 1

Макроскопические признаки древесины хвойных пород

Основные показатели	Породы				
	Лиственница	Сосна	Кедр	Ель	Пихта
Ядро	Красновато-бурое	От розового до буровато-красноватого	От светло-розового до желтовато-красного	Породы безъядровые спелодревесные	
Заболонь.	Буровато-белая, узкая (до 20 годичных слоев)	Желтовато-белая, разной ширины (до 40 годичных слоев)	Желтовато-белая, широкая (до 40 годичных слоев)		
Общая характеристика цвета древесины	Бурый оттенок	Красноватый или желтоватый	Розоватый оттенок	Белая со слабым желтоватым оттенком, однородная	Белая со слабым желтоватым или буроватым оттенком
Сердцевинные лучи	Очень узкие, не видны				
Годичные слои	Различаются на всех разрезах: ранняя-светлая, поздняя-темная				
	Поздняя древесина темно-бурого цвета, развита сильно, очень резко отличается от ранней древесины светло-бурого цвета	Поздняя древесина красновато-бурого цвета, хорошо развита, резко отличается от ранней светлой древесины	Поздняя древесина желтовато-розового цвета, слабо развита, переходит в раннюю постепенно, растущевано	Поздняя древесина имеет вид узкой светло-бурой полосы, переходит в раннюю постепенно	Поздняя древесина слабо развита, переходит в раннюю постепенно

Основные показатели	Породы				
	Лиственница	Сосна	Кедр	Ель	Пихта
Смоляные ходы	Мелкие немногочисленные	Многочисленные, хорошо видны на всех разрезах	Многочисленные, самые крупные по сравнению с другими породами	Немногочисленные, хорошо различаемые через лупу	Нет
Плотность древесины	Плотная, тяжелая. Плотность ранней древесины ниже в 3,5 раза поздней	Умеренная	Мягкая, легкая	Мягкая, легкая	Мягкая, легкая

Таблица 2

**Макроскопические признаки древесины
некоторых кольцесосудистых лиственных пород**

Основные показатели	Породы				
	Дуб	Ясень	Ильм	Вяз	Бархат
Годичные	Хорошо различаются на всех разрезах, ранняя древесина - темная, поздняя - светлая				
Сосуды	Расположены в ранней древесине, крупные, открытые, хорошо различаются невооруженным глазом на тангенциальном и радиальном разрезах в виде бороздок				
Сердцевинные лучи	Широкие, хорошо видны на всех разрезах	Очень узкие, не видны	Узкие, на радиальном разрезе четко выделяются в виде темных черточек	Узкие, на радиальном разрезе мало заметны и отличаются только по блеску	Узкие, на радиальном разрезе хорошо видны из-за темной окраски
Цвет древесины	Ядро желтовато-коричневое или темновато-бурое. Заболонь узкая, светло-желтая, четко отделяется от ядра	Ядро светло-бурое. Заболонь широкая, желтовато-белая, постепенно переходит в ядро	Ядро темное. Заболонь узкая, буровато-серая, хорошо отличается от ядра	Ядро светло-бурое. Заболонь широкая, желтовато-белая, постепенно переходит в ядро	Ядро красновато-бурое. Заболонь узкая, желтовато-белая, хорошо отличается от ядра
Плотность древесины	Плотная, тяжелая	Плотная, тяжелая	Умеренно плотная, тяжелая	Плотная, тяжелая	Мягкая, легкая

Таблица 3

**Макроскопические признаки древесины
некоторых рассеянососудистых лиственных пород**

Основные показатели	Породы					
	Орех манжурский	Клен обык- новенный	Береза	Липа	Осина	Бук
Группа	Ядровая	Безъядровые заболонные		Безъядровые		Безъядровая спело древесная
Годичные слои	Ясно видны, волнистые	Различаются ясно	Различаются плохо			Различают- ся ясно
Сосуды	Крупные видимые	Мелкие, незаметные				
Сердцевинные лучи	Узкие, вид- ны только на радиаль- ном разрезе	Узкие, вид- ны на всех разрезах	Узкие, вид- ны только на радиаль- ном разрезе	Узкие, видны только на радиаль- ном и по-	Очень уз- кие, не вид- ны	Широкие, видны на всех разре- зах
Цвет древеси- ны	Серовато- коричневый	Белый с краснова- тым или бу- роватым оттенком	Белый с желтоватым или красно- ватым от- тенком	Белый с легким и розовым оттенком	Белый с зе- леноватым оттенком	Красновато белый
Плотность дре- весины	Древесина рыхлая, лег- кая	Плотная, тяжелая	Плотная, у желтой бе- резы в 1,5 раза выше	Мягкая, легкая	Мягкая, легкая	Плотная, тяжелая

Задачи к практическим занятиям

Задание 1

Определение номинальных размеров круглых лесоматериалов. Определение объема круглых лесоматериалов. Установление сорта, их маркировка и возможное назначение.

1. Определить объем березового кряжа длиной 3,55 м, толщиной 29,2 см, предназначенного для выработки авиационных пиломатериалов. Установить сорт кряжа при наличии в нем следующих пороков:

- а) ядровая гниль диаметром 5 см;
- б) трещина метиковая, укладываемая в вырезку размером 8 см;
- в) сухобокость глубиной 2,5 см.

Показать схематически маркировку кряжа.

2. Определить объем липового кряжа длиной 2,05 м, толщиной 24,9 см, предназначенного для карандашного производства. Определить сорт кряжа при наличии в нем следующих пороков:

- а) сучки здоровые, размером 3 см;
- б) червоточина глубокая в количестве четырех отверстий на 1 м;
- в) кривизна простая со стрелой загиба 2 см.

Показать схематически маркировку кряжа.

3. Определить объем соснового бревна длиной 6,5 м, толщиной 13,9 см, предназначенного для разделки на рудничную стойку. Определить сорт бревна при наличии следующих пороков:

- а) сучки здоровые размером 8 см;
- б) червоточина глубокая в количестве 6 отверстий на 1 м;
- в) двойная сердцевина.

Показать схематически маркировку бревна.

4. Определить объем соснового бревна длиной 4,25 м, толщиной 13,9 см, предназначенного для разделки на рудничную стойку. Определить сорт бревна при наличии в нем следующих пороков:

- а) здоровые сучки размером 3 см;

- б) ядровая гниль диаметром 3 см;
- в) синева глубиной по радиусу 1,5 см.

Показать схематически маркировку бревна.

5. Определить объем осинового кряжа длиной 2,23 м, толщиной 18,2 см, предназначенного для спичечного производства. Определить сорт кряжа при наличии в нем следующих пороков:

- а) сучки табачные размером 3 см;
- б) кривизна простая со стрелой погиба 2 см;
- в) наклон волокон величиной 6 см;
- г) ложное ядро диаметром 4 см.

Показать схематически маркировку кряжа.

6. Определить объем дубового кряжа длиной 1,94 м, толщиной 28,3 см, предназначенного для выработки строганного шпона. Определить сорт при наличии в нем следующих пороков:

- а) сучки здоровые размером 4 см;
- б) грибные ядровые пятна размером 8 см;
- в) наклон волокон величиной 9 см.

Показать схематически маркировку кряжа.

7. Определить объем березового кряжа длиной 3,25 м, толщиной 20,9 см.

Определить сорт кряжа при наличии в нем следующих пороков:

- а) сучки здоровые диаметром 2 см;
- б) ложное ядро диаметром 6 см;
- в) отлупная трещина диаметром 6 см.

Показать схематически маркировку кряжа.

8. Определить объем соснового бревна длиной 4,54 м, толщиной 16,4 см, предназначенного для строительства. Определить сорт бревна при наличии следующих пороков:

- а) сучки здоровые размером 3 см;
- б) пасынок;
- в) трещина метиковая размером по диаметру 5 см;
- г) прорость, открытая глубиной 1,5 см.

Показать схематически маркировку бревна и возможность его применения.

9. Определить объем осинового кряжа длиной 2,03 м, толщиной 22,8 см предназначенного для производства спичек. Определить сорт кряжа при наличии следующих пороков:

- а) табачные сучки размером 3 см;
- б) синева глубиной по радиусу 2 см;
- в) червоточина не глубокая.

Показать схематически маркировку кряжа.

10. Определить объем кленового кряжа длиной 3,9 м, толщиной 18,9 см, предназначенного для выработки лущеного шпона общего назначения.

Определить сорт кряжа при наличии в нем следующих пороков:

- а) сучки здоровые, частично-сросшиеся размером 4 см;
- б) ложное ядро диаметром 2 см;
- в) трещина метиковая размером по диаметру 6 см.

Показать схематически маркировку кряжа.

11. Определить объем соснового бревна длиной 4,03 м, толщиной 32 см. Определить сорт бревна при наличии в нем следующих пороков:

- а) синева глубиной 12 мм;
- б) кривизна простая со стрелой погиба 4 см;
- в) наклон волокон величиной 4 см;
- г) сухобокость глубиной 10 мм.

Показать схематически маркировку бревна и область применения.

12. Определить объем пихтового бревна длиной 6,53 м; толщиной 24,9 см общего назначения. Определить сорт бревна при наличии в нем следующих пороков:

- а) пасынок;
- б) ядровая гниль пестрая ситовая диаметром 6 см;
- в) наклон волокон величиной 6 см;
- г) прорость открытая глубиной 1,5 см.

Показать схематически маркировку бревна и определить область применения.

13. Определить объем пихтового кряжа длиной 2,8 м, толщиной 25,5 см, предназначенного для изготовления бочковой клепки. Определить сорт кряжа при наличии в нем следующих пороков:

а) сучки здоровые с высотой вздутий, прикрывающих сучки. 2,0 см;

б) двойная сердцевина;

в) кривизна простая со стрелой погиба 3 см.

Показать схематически маркировку и дополнительное возможное использование кряжа.

14. Определить объем дубового кряжа длиной 1,93 м, толщиной 27 см. Определить сорт кряжа при наличии в нем следующих пороков:

а) сучки здоровые размером 3,0 см;

б) побурение торцовое размером 8 мм;

в) червоточина поверхностная;

г) трещины наружные боковые от усушки глубиной 14 мм.

Показать схематически маркировку кряжа и возможность применения.

15. Определить объем кедрового бревна длиной 5,03 м, толщиной 40,3 см, предназначенного для карандашного производства. Определить сорт кряжа при наличии в нем следующих пороков:

а) сучки здоровые размером 2,2 см;

б) червоточина глубокая в количестве 3 шт. на 1 м;

в) кривизна простая со стрелой прогиба 6 см.

Показать схематически маркировку бревна.

16. Определить объем лиственничного бревна длиной 4,5 м, толщиной 22,6 см. Определить сорт бревна при наличии в нем следующих пороков:

а) сучки здоровые 10 см;

б) двойная сердцевина;

в) червоточина глубокая в количестве 5 отверстий на 1 м.

Показать схематически маркировку бревна и найти область применения.

17. Определить объем елового бревна длиной 5,3 м, толщиной 18,5 см. Определить сорт бревна при наличии в нем следующих пороков:

- а) здоровые сучки размером 3,5 см;
- б) ядровая гниль диаметром 2,5 см;
- в) синева глубиной по радиусу 1,8 см.

Показать схематически маркировку бревна и возможное применение.

18. Определить объем ольхового кряжа длиной 2,14 м, толщиной 19,6 см, предназначенного для спичечного производства. Определить сорт кряжа при наличии в нем следующих пороков:

- а) сучки табачные размером 3,5 см;
- б) кривизна простая со стрелой прогиба 1,9 см;
- в) наклон волокон величиной 5,5 см;
- г) ложное ядро диаметром 6 см.

Показать схематически маркировку кряжа и область применения.

19. Определить объем соснового кряжа длиной 3,63 см, толщиной 28,3 см. Определить сорт кряжа при наличии в нем следующих пороков:

- а) сучки здоровые, размером 6 см;
- б) синева размером 2 см;
- в) отлупная трещина диаметром 7 см;
- г) сухобокость глубиной 2,2 см.

Показать схематически маркировку и определить возможность применения.

20. Определить объем кряжа из пихты длиной 6,04 м, толщиной 30,2 см. Определить сорт кряжа при наличии следующих пороков:

- а) сучки здоровые размером 1 см;
- б) здоровая гниль диаметром 6 см;
- в) кривизна простая со стрелой прогиба 6 см.

Показать схематически маркировку кряжа и возможность его применения.

21. Определить объем бревна из пихты длиной 5,04 см, толщиной 21,9 см. Определить сорт бревна при наличии в нем следующих пороков;

- а) сучки здоровые размером 4 см;

- б) пасынок;
- в) трещина метиковая размером по диаметру 7 см;
- г) прорость открытая глубиной 2 см.

Показать схематически маркировку бревна и возможность его применения.

22. Определить объем березового кряжа длиной 4,87 м, толщиной 26,4 см, предназначенного для выработки лушеного шпона общего назначения. Определить сорт кряжа при наличии в нем следующих пороков:

- а) сучки здоровые частично сросшиеся диаметром 2,5 см;
- б) ложное ядро диаметром 6 см;
- в) трещина метиковая по диаметру 5 см.

Показать схематически маркировку кряжа и возможность его применения.

23. Определить объем елового бревна длиной 4,55 м, толщиной 19,5 см. Определить сорт бревна при наличии в нем следующих пороков:

- а) синева в виде отдельных пятен глубиной 9 мм;
- б) кривизна простая со стрелой прогиба 4,5 см;
- в) наклон волокон на 1 м длины бревна 3 см.

Показать схематически маркировку бревна и возможность его применения.

24. Определить объем соснового бревна длиной 5,43 м, толщиной 21,7 см. Определить сорт бревна при наличии в нем следующих пороков:

- а) ядровая гниль диаметром 5 см;
- б) наклон волокон величиной 10 см;
- в) прорость открытая глубиной 2 см.

Показать схематически маркировку бревна и возможность его применения.

25. Определить объем кедрового кряжа длиной 5,55 м, толщиной 29,4 см, предназначенного для выработки шпал железных дорог широкой колеи. Определить сорт кряжа при наличии в нем следующих пороков:

- а) сучки здоровые размером 4,2 см;
- б) трещина морозная глубиной по радиусу 12 см;
- в) наклон волокон величиной 7 см.

Показать схематически маркировку кряжа и возможность его применения.

26. Определить объем ильмового кряжа длиной 2,23 м, толщиной 21,8 см. Определить сорт кряжа при наличии в нем следующих пороков:

- а) сучки здоровые размером 4 см;
- б) заболонная грибная окраска глубиной по радиусу 2 см;
- в) кривизна простая со стрелой прогиба 4 см.

Показать схематически маркировку кряжа и применение.

27. Определить объем елового кряжа длиной 6,53 м, толщиной 28,9 см. Определить сорт кряжа при наличии в нем следующих пороков:

- а) сучки табачные размером 3,6 см;
- б) ядровая гниль 8 см;
- в) червоточина глубокая в количестве 5 штук;
- г) трещины от усушки глубиной 9 см

Показать схематически маркировку и возможность его использования.

Задачи к практическому занятию по пиломатериалам и заготовкам

Задание 2

Определение объема, установление сорта и маркировка пиломатериалов и заготовок.

1. Березовая доска толщиной 79 мм, шириной 180 мм и длиной 4,3 м имеет на пласти торцовую трещину длиной 170 мм и продольную покоробленность со стрелой прогиба 15 мм. Определить объем доски, указать сорт и показать схематически ее маркировку.

2. Осиновая доска сечением 25 × 150 мм и длиной 4,5 м имеет на пласти сросшиеся здоровые сучки величиной 15–20 мм в количестве 2 шт. на метр длины; трещины пластевые сквозные длиной до 450 мм; сердцевину и поперечную покоробленность со стрелой прогиба 4 мм. Определить объем доски, установить ее сорт и показать схематически маркировку.

3. Березовая доска, сечением 22×88 мм и длиной 4,05 м имеет на пласти здоровые сросшиеся сучки величиной 30 мм в количестве 2 шт. на метр и торцовую трещину длиной 140 мм. Определить объем доски, установить ее сорт и показать схематически маркировку.

4. Дубовая доска сечением 42×150 мм и длиной 2,99 м имеет поперечную покоробленность со стрелой прогиба 2 мм и торцовую трещину длиной 145 мм. Определить объем доски, установить ее сорт и показать схематически маркировку.

5. Осиновая доска сечением 30×130 мм и длиной 3,78 м имеет на пласти сучки здоровые сросшиеся величиной 27 мм в количестве 3 шт. на 1 метр; прорость одностороннюю длиной 150 мм и шириной 6 мм. Определить объем доски, установить ее сорт и показать схематически маркировку.

6. Ильмовая доска длиной 4,53 м, шириной 100 мм, толщиной 25,5 мм имеет на пласти сучки: здоровые сросшиеся размером 40 мм в количестве 3 шт. на 1 метр в том числе, один сучок, не сросшийся диаметром 25 мм и один загнивший диаметром 25 мм; сучки на кромке 2 шт на 1 м, в том числе один здоровый сросшийся диаметром 8 мм. и один не сросшийся диаметром 15 мм; побурение полосой по всей длине доски шириной 20 мм; сердцевину здоровую без трещин; покоробленность по кромке со стрелой прогиба 10 мм. Определить объем доски и установить ее сорт, показать схематически маркировку.

7. Дубовая обрезная доска длиной 4,03 м, шириной 129 мм, толщиной 40 мм имеет сучки на пласти 2 шт. на 1 метр, в т. ч. один здоровый сросшийся диаметром 30 мм с выходом на кромку (диаметр на кромке 12 мм) и один здоровый не сросшийся диаметром 20 мм; трещины торцовые 2 шт. длиной 60 и 50 мм; прорость одностороннюю длиной 100 мм и шириной 5 мм; поперечную покоробленность со стрелой прогиба 1,0 мм. Определить объем доски, установить ее сорт и показать схематически маркировку.

8. Ясеновая обрезная доска длиной 4,55 м, шириной 130 мм, толщиной 26 мм имеет сучки на пласти 3 шт. на 1 метр, в т. ч. один здоровый

сросшийся диаметром 40 мм, один частично-сросшийся диаметром 30 мм и один загнивший диаметром 25 мм; один несросшийся сучок на кромке на 1 метр диаметром 8 мм; побурение без признаков загнивания, полосой по всей длине доски, шириной 12 мм; червоточину не глубокую, 2 отверстия на 1 метр; покоробленность продольную со стрелой прогиба 5 мм. Определить объем доски, установить ее сорт и показать схематически маркировку.

9. Доска из бархата длиной 3,30 м, шириной 110 мм, толщиной 20 мм имеет сучки на пласти 3 шт. на 1 метр, в том числе один здоровый не сросшийся диаметром 25 мм, с выходом на кромку диаметром 10 мм и два гнилых диаметром 20 мм; гниль белую волокнистую по всей длине доски шириной 20 мм; острый обзол протяженностью 0,5 м; трещины торцовые 3 шт. длиной 100 мм. Определить объем доски, установить ее сорт и показать схематически маркировку.

10. Доска клена длиной 3,05 м, шириной 131 мм, толщиной 32 мм имеет сучки на пласти 3 шт. на 1 метр, в том числе два здоровых сросшихся максимальным диаметром 45 мм и один табачный диаметром 30 мм; один сучок на 1 метр кромки, частично-сросшийся диаметром 8 мм; свилеватость протяженностью 0,5 м шириной 6 см; обзол острый длиной 0,6 м. Определить объем доски, установить ее сорт и показать маркировку.

11. Еловая доска длиной 5,76 м, толщиной 40 мм и шириной 175 мм имеет на пласти сучки табачные размером 26 мм на каждом метре 1 шт. и кармашки в количестве 3 шт. на 1 метр. Определить объем доски, установить ее сорт и показать схематически маркировку.

12. Сосновый брус сечением 150 × 152 мм и длиной 5,25 м имеет сучки здоровые величиной 35 мм в количестве 2 шт. на 1 метр и глубокие червоточины 2 шт. на каждый метр. Определить объем бруса, установить его сорт и показать схематически маркировку.

13. Доска из кедра сечением 50 × 152 мм и длиной 3,1 м имеет следующие пороки: тупой обзол с пропилом по пласти 140 мм и с пропилом по кромке 45 мм; наклон волокон 8 %; прорость односторонняя длиной 150 мм и шириной 14 мм. Определить объем доски, установить ее сорт и показать схематически маркировку.

14. Сосновые бруски длиной 5,75 м, шириной 100 мм и толщиной 60 мм имеют на пласти сучки здоровые сросшиеся величиной 20 мм в количестве 2 шт. на каждом метре; синеву глубокую площадью 1 м по длине и 5 см по ширине; наклон волокон 6 %. Определить объем бруска, установить сорт и показать схематически маркировку.

15. Доска из лиственницы длиной 6,5 м, шириной 175 мм и толщиной 33 мм имеет на пласти сучки, не сросшиеся здоровые величиной 35 мм в количестве 2 шт. на метр; трещины на пласти глубиной 8 мм и длиной 1,5 м; наклон волокон 4 %. Определить объем доски, установить его сорт и показать схематически маркировку.

16. Сосновый брус длиной 2,75 м, шириной 250 мм и толщиной 200 мм имеет сучки табачные величиной 70 мм в количестве 1,5 шт. на 1 м; продольную покоробленность со стрелой погиба 5 мм; червоточину глубокую в количестве 2 шт. на 1 метр. Определить объем бруса, установить его сорт и показать схематически маркировку.

17. Еловая доска длиной 2,76 м, шириной 101 мм и толщиной 23 мм имеет следующие пороки: сучки табачные размером 33 мм в количестве одного сучка на 1 м; трещины торцовые длиной 200 мм и наклон волокон 11 %. Определить объем доски, установить ее сорт и показать маркировку.

18. Брус из кедра сечением 225 × 200 мм и длиной 3,77 м имеет на пластях сучки здоровые не сросшиеся величиной 70 мм в количестве 3 шт. на 1 метр; трещины глубиной 60 мм и длиной 1,2 м; кармашки в количестве 4 шт. на любом метре. Определить объем бруса, установить его сорт и показать схематически маркировку.

19. Дубовые заготовки длиной 3,4 м, шириной 100 мм и толщиной 50 мм имеют на пласти сучки здоровые сросшиеся величиной 11 мм в количестве 2 шт. на любом метре длины; внутреннюю заболонь и прорость одностороннюю шириной 4 мм и длиной 30 см. Определить объем заготовки, установить ее сорт и показать схематически маркировку.

20. Заготовка из сосны толщиной 20 мм, шириной 21 мм и длиной 3,5 м имеет на пласти синеву длиной 1,05 м и шириной 30 мм, а также наклон волокон величиной 5 %. Определить объем заготовки, установить сорт и показать схематически ее маркировку.

Оглавление

Введение	3
1. Древесиноведение	5
1.1. Строение древесины.....	5
1.1.1. Части дерева.....	5
1.1.2. Макроскопическое строение древесины.....	9
Лабораторная работа 1. Особенности макростроения хвойных и лиственных пород	17
Контрольные вопросы	20
Лабораторная работа 2. Определение пород по внешнему виду древесины	20
Контрольные вопросы	26
1.1.3. Микроскопическое строение древесины	27
Лабораторная работа 3. Особенности микроскопического строения хвойных и лиственных пород.....	33
Контрольные вопросы	36
1.2. Физические свойства древесины	39
1.2.1. Свойства, определяющие внешний вид древесины.....	39
1.2.2. Свойства древесины, связанные с влажностью	42
1.2.3. Плотность древесины.....	57
Лабораторная работа 4. Определение показателей физических свойств древесины	58
Контрольные вопросы	71
1.3. Механические свойства древесины.....	72
1.3.1. Прочность. Деформативность.....	72
1.3.2. Особенности механических испытаний древесины.....	72
Лабораторная работа 5. Определение прочности древесины на сжатие вдоль волокон.....	78
Лабораторная работа 6. Определение прочности древесины при статическом изгибе.....	82
Контрольные вопросы	84

1.4. Пороки древесины	85
Лабораторная работа 7. Определение пороков древесины.....	105
Контрольные вопросы	106
2. Лесное товароведение	107
2.1. Классификация и стандартизация лесной продукции.....	107
2.2. Круглые лесоматериалы	110
Практическая работа 1. Изучение правил обмера и учета круглых сортиментов	114
Контрольные вопросы.....	119
Практическая работа 2. Определение качества круглых лесоматериалов и их маркировка	120
Контрольные вопросы.....	123
2.3. Пиломатериалы и заготовки.....	123
Практическая работа 3. Изучение правил обмера и учета пиломатериалов	131
Контрольные вопросы.....	136
Практическая работа 4. Определение качества пиломатериалов и их маркировка.....	136
Контрольные вопросы.....	140
Заключение	141
Рекомендательный библиографический список	141
Приложение 1. Макроскопические признаки древесины основных хвойных и лиственных пород	145
Приложение 2. Задачи к практическим занятиям	148

Учебное издание

Калита Ольга Николаевна, Калита Георгий Александрович

**ОСНОВЫ ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЯ
И ЛЕСНОГО ТОВАРОВЕДЕНИЯ**

Учебное пособие

Дизайнер обложки И. Л. Тюкавкина

С авторского оригинала-макета

Подписано в печать 29.08.18. Формат 60 × 84 ¹/₁₆. Усл. печ. л. 9,41. Тираж 100 экз. Заказ 313.

Издательство Тихоокеанского государственного университета.

680035, Хабаровск, ул. Тихоокеанская, 136.

Отдел оперативной полиграфии издательства Тихоокеанского государственного университета.

680035, Хабаровск, ул. Тихоокеанская, 136.