
Л. Л. ЛЕОНТЬЕВ



ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ И ЛЕСНОЕ ТОВАРОВЕДЕНИЕ

Учебник



САНКТ-ПЕТЕРБУРГ • МОСКВА • КРАСНОДАР
2020

УДК 630
ББК 43я723

Л 47 **Леонтьев Л. Л.** Дровесиноведение и лесное товароведение :
учебник для СПО / Л. Л. Леонтьев. — Санкт-Петербург : Лань,
2020. — 248 с. : ил. — Текст : непосредственный.

ISBN 978-5-8114-5390-0

Данный учебник предназначен для изучения дисциплин «Дровесиноведение» и «Лесное товароведение» в техникумах и колледжах при подготовке студентов по специальностям «Технология деревообработки», «Технология лесозаготовок», «Лесное и лесопарковое хозяйство».

В учебнике рассмотрены вопросы строения древесины на уровне химических элементов, веществ, отдельных клеток, на макроскопическом уровне и уровне дерева; разобраны основные физические и механические свойства древесины, закономерности их изменения и влияющие на них факторы. Кратко описаны основные характеристики древесины основных древесных пород. Детально рассмотрены пороки древесины и методы их измерения. В учебнике дана классификация лесных товаров, вопросы обмера и учета основных видов продукции, характеристика основных лесных товаров на основе современных нормативных документов.

Учебник содержит большое количество иллюстративных материалов.

УДК 630
ББК 43я723

Рецензенты:

А. Н. СОЛОВЬЕВ — кандидат технических наук, доцент, декан факультета среднего профессионального образования Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С. М. Кирова Колледжа автоматизации лесопромышленного производства;

В. В. ЗАХАРОВ — ВрИО директора Лисинского лесного колледжа;

Е. А. ГАВЗОВА — зав. отделением заочного обучения, преподаватель Лисинского лесного колледжа.

Обложка
П. И. ПОЛЯКОВА

© Издательство «Лань», 2020
© Л. Л. Леонтьев, 2020
© Издательство «Лань»,
художественное оформление, 2020

ВСТУПЛЕНИЕ

Дисциплины «Древесиноведение» и «Лесное товароведение» изучаются при подготовке по различным направлениям: механической переработки древесины, лесного и лесопаркового хозяйства. В зависимости от направления подготовки название данной дисциплины может меняться, изменяется объём курса и глубина проработки материала. Общее содержание курса при этом остается относительно постоянным. Данный учебник составлен для обучающихся в техникумах с учётом соответствующих учебных программ и направлений подготовки.

Курс «Древесиноведения...» состоит из двух больших, относительно самостоятельных разделов — собственно древесиноведения и лесного товароведения.

Древесиноведение является основным разделом любой дисциплины, изучающей древесину.

Формально древесиноведение является одним из разделов более общей и обширной дисциплины — материаловедения. Однако специфичность этого материала и по широчайшему спектру древесных пород, и по существенно различающемуся строению древесины, и по широте практически значимых физических и механических свойств, и по уникально широкому спектру использования, делает древесиноведение достаточно сложной, многосторонней самостоятельной дисциплиной, разносторонне изучающей древесину как материал.

Традиционно изучение курса начинается с рассмотрения в рамках собственно древесиноведения больших разделов по строению древесины и физико-механическим свойствам древесины и завершается лесным товароведением, включающим изучение пороков древесины и рассмотрение правил обмера, учёта, маркировки и требований технических условий на основные виды лесных товаров.

Особенности древесины как материала

Древесина — сложно структурированный специфичный биологический материал. Одной из основных особенностей древесины является *необычайно широкий и разнообразный спектр использования*. Древесина может использоваться в различных областях в неизменённом виде (цельная древесина), после большей или меньшей обработки механическими, физическими или химическими методами воздействия в виде каких-либо изделий с изменёнными свойствами, в виде отдельных веществ, извлечённых из древесины, как источник для получения энергии, как объект художественного творчества и т. д. Именно эта особенность не позволяет говорить о каких-либо достоинствах или недостатках древесины: одно и то же свойство при одном использовании будет выступать недостатком, при другом — являться положительным качеством, определяющим возможность её использования. О достоинствах и недостатках древесины можно говорить лишь для отдельного узкого, очень конкретизированного направления использования.

Важной особенностью древесины является её *анизотропия*. Волокнистая структура древесины, строго определённая ориентация клеток и структур в

стволе дерева, предопределяют различие многих свойств в зависимости от разреза или направления в древесине. Следует понимать, что не все свойства древесины обладают анизотропностью.

С точки зрения собственно *неоднородности свойств* материала анизотропия может вызывать определённые неудобства при практическом использовании древесины. Однако, использование древесины с учётом её анизотропности позволяет существенно повысить технические свойства и качество различной продукции. Благодаря анизотропии мы имеем, например, прочностные показатели на порядок более высокие в одном направлении, чем в другом. То же самое можно сказать и о многих других свойствах древесины. Например, различие в теплопроводности древесины в поперечном и продольном направлениях (в поперечном примерно в два раза ниже, чем в продольном) на протяжении столетий использовалось при строительстве деревянных домов. При осознанном использовании различий анизотропных свойств они дают положительный эффект. Достаточно сказать, что во многие современные материалы, например бетоны, вводятся специальные добавки, приводящие к появлению анизотропии и увеличению прочности в нужном направлении.

Древесина является материалом, характеризующимся очень *высокой изменчивостью* практически всех *свойств*. Помимо анизотропии изменчивость свойств древесины определяется большим видовым разнообразием древесных пород, разнообразием условий произрастания и формирования древесины даже в пределах одной породы, зависимостью многих свойств древесины от количества воды в клеточных оболочках. В результате неизбежного влияния множества различных факторов на деревья в процессе их роста, свойства образующейся древесины неоднородны по высоте или радиусу ствола, изменяются между деревьями в насаждении, или в зависимости от условий произрастания, в течение всей жизни дерева или даже отдельного сезона. При осознанном отборе высокая изменчивость свойств позволяет подбирать необходимую древесину с нужными свойствами в зависимости от конкретных назначений.

Одним из проявлений высокой изменчивости свойств является значительная неоднородность строения древесины.

Неоднородность строения и закономерное появление целого ряда *пороков* в древесине являются серьёзным недостатком данного материала, при использовании его в несущих конструкциях, особенно для пилопродукции относительно небольшого сечения. В материалах большого сечения (брёвна, брус) влияние пороков и неоднородности строения древесины снижается.

В других случаях, в частности при использовании древесины в качестве отделочного материала, её ценность чаще наоборот, как раз повышается с увеличением неоднородности строения древесины, обогащающей её текстуру. Наросты, свилеватая древесина, глазки и даже такие пороки, как сучки могут становиться элементом декора.

Ценность древесины как отделочного материала повышают и некоторые проявления анизотропии древесины (анизотропия текстуры, цвета и блеска древесины, анизотропия строения — сердцевинные лучи, годовичные слои и т. д.).

Очень важная особенность древесины в том, что она является практически *готовым к использованию универсальным природным материалом* с хорошими эстетическими, гигиеническими и экологическими свойствами. Достаточно срубить дерево и его уже можно использовать для строительства домов, для получения тепловой энергии. Несложная механическая обработка многократно расширяет возможности использования древесины, и т. д.

Уникальное неоспоримое преимущество древесины в том, что она является *самовосстанавливающимся природным ресурсом*. Более того, древесина является результатом процесса фотосинтеза, при котором происходит поглощение углекислого газа из атмосферы и выделение в неё кислорода. Таким образом, сам процесс создания древесины в природе является не только полезным, но и в прямом смысле жизненно необходимым для человека.

Следует, однако, подчеркнуть, что самовозобновление этого ресурса не гарантирует его неисчерпаемость. Запасы древесины велики, но не беспредельны. Интенсивная заготовка и переработка древесины без адекватных и действительно эффективных мероприятий по возобновлению вырубленных лесов может привести к губительным последствиям. Кроме того, для получения древесины нужных пород, нужных параметров и свойств человек должен активно участвовать в процессах лесовосстановления.

Еще одна важная особенность древесины, которую часто относят к недостаткам — *зависимость* многих физических и механических свойств *от изменения влажности* древесины.

Однако при снижении влажности древесины от сырого состояния до стандартной (нормализованной) влажности прочностные показатели возрастают примерно в два раза. При высушивании до меньших значений влажности прочность увеличивается ещё больше. Поэтому сушку древесины до комнатно-или воздушно-сухого состояния можно рассматривать как самый древний, простой и крайне эффективный способ модификации древесины (т. е. целенаправленного изменения её свойств).

С другой стороны, невысокие прочностные показатели сырой древесины весьма удобны при её механической переработке (производство пилопродукции, шпона, щепы, плитных материалов, гнутых деталей). Зависимость электрических свойств древесины от содержания в ней связанной воды используется в экспресс-методах определения влажности.

Усушка и разбухание древесины чаще выступают как неудобные, отрицательные свойства древесины при её практическом использовании. Изменение размеров пилопродукции после распиловки и высыхания до комнатно-сухого состояния, связанная с усушкой усадка стен деревянных строений, разбухание сухих древесных материалов при повышении эксплуатационной влажности воздуха — обычные явления, которые приходится учитывать при использовании древесины.

Камерная сушка пилопродукции до определённой влажности и использование древесных материалов с влажностью, соответствующей условиям эксплуатации, частично снижают отрицательное действие усушки или разбухания. Однако постоянные изменения температурно-влажностного режима окружаю-

щего древесину воздушного пространства неизбежно вызовут и определённую усушку или разбухание.

Анизотропия усушки и разбухания усиливает негативность этих явлений. Обусловленная природным происхождением, часто значительная неоднородность древесины усложняет анизотропию усушки и разбухания и приводит не только к поперечному, но и к продольному короблению древесины. С неоднородностью высыхания древесины и подчас со значительным различием радиальной и тангенциальной усушки связано растрескивание древесины при сушке.

Наличие целого ряда мер по снижению разбухания древесины, начиная от нанесения плёночных влагонепроницаемых покрытий (красок, лаков и т. д.) до пропитки древесины соответствующими веществами или её пропарки, отчасти устраняют этот недостаток и говорят о принципиальной возможности технологического решения данной проблемы.

Кроме того, разбухание древесины находит и позитивное практическое использование, например, при создании из древесины водоизолирующих ограждений, в производстве лодок, заливных бочек и т. д.

Большим достоинством древесины является её *высокая прочность при небольшой плотности* (высокие показатели удельных механических свойств), *лёгкость и простота обработки* древесины большинства пород.

Древесина хорошо склеивается. Качественное склеивание древесины позволяет создавать элементы конструкций больших размеров, сложной формы, повышенной прочности. Это не только повышает надёжность древесины и расширяет возможности её применения, но и увеличивает потенциальную сырьевую базу за счёт использования мелкотоварной древесины.

Хорошая сочетаемость древесины с другими материалами, способность хорошо удерживать металлические крепления, высокое сопротивление к воздействию газов, кислот, щелочей, расширяет возможности применения древесины.

Высокие теплоизоляционные свойства и небольшое тепловое расширение являются важными преимуществами древесины при использовании в строительстве.

Благодаря *уникальным акустическим свойствам* древесины, она незаменима не только для производства многих музыкальных инструментов, но и при строительстве и отделке концертных залов.

Древесина подвержена *модификации* — целенаправленному улучшению свойств. Модификация, например, позволяет в 2–3 раза повышать плотность и прочностные свойства древесины лёгких и малопрочных пород. Материалы на основе модифицированной древесины уже находят широкое применение в различных областях промышленности. При модификации древесины можно получать и уникальные отделочные материалы.

В то же время, использование ряда химических веществ для получения модифицированной древесины наделяет этот материал отрицательными экологическими свойствами. Поэтому перспективным является поиск различных путей эффективной модификации древесины без использования токсичных смол или иных химических добавок.

Древесина является материалом относительно *не стойким к воздействию огня*. Горение может показаться абсолютным недостатком древесины, существенно снижающим её положительные стороны и надёжность как материала. Однако и здесь есть определённые преимущества древесины даже при сравнении с такими материалами, как сталь, пластик. При горении крупных древесных строительных элементов (например, бревён или даже балок из клееной древесины) на их поверхности образуется слой угля, который предохраняет внутренние слои от быстрого сгорания и разрушения конструкции. Кроме того, продукты, образующиеся при горении древесины, являются в большей степени «натуральными» и, в отличие от синтетических материалов, несут в себе гораздо меньшую экологическую опасность. Они практически не вызывают загрязнения окружающей среды и не оказывают такого токсического действия на человека и животных, как продукты горения пластмасс и других синтетических материалов.

Кроме того, возгораемость древесины может быть понижена специальной обработкой антипиренами, которая повысит надёжность древесины по данному показателю.

Еще одной особенностью древесины является её подверженность *гниению*. В природе накопление значительного запаса надземной фитомассы в виде больших стволов и могучей кроны к определённому возрасту насаждения приводит к постепенному обеднению почвы, затрудняет возобновление и рост молодых растений данного вида в популяции. Для решения этой проблемы у древесных растений возникли консортивные связи с дереворазрушающими грибами, которые обеспечивают отмирание перестойных ослабленных деревьев и относительно быстрый возврат законсервированных в древесине веществ в биологический круговорот. Поэтому грибные поражения и ксилолиз древесины с биологической точки зрения — нормальное явление.

Гниение древесины происходит при поражении её дереворазрушающими грибами. Для успешного развития этих грибов необходимы определённые условия, прежде всего по влажности и воздухосодержанию заселяемого грибами субстрата. Поэтому поражения гнилями здоровых деревьев (живых здоровых тканей деревьев) в лесу происходить не будет, несмотря на постоянное фоновое наличие множества грибных спор в насаждении. То же самое можно сказать о высушенной древесине и изделиях из неё — развития дереворазрушающих грибов происходить не будет до тех пор, пока условия не станут благоприятными, например, повысится влажность древесины.

Более того, дальнейшего развития гнилей, уже возникших в стволах растущих деревьев в лесу, при соблюдении соответствующих правил не происходит ни при хранении, ни при эксплуатации изделий из такой древесины. Даже гнили, которые появляются и могут развиваться в уже заготовленной древесине и изделиях из неё, например, наружная трухлявая гниль, обязательно требуют для своего развития сочетания определённых благоприятных условий, прежде всего, температуры и влажности.

Соблюдение простых условий эксплуатации изделий из древесины позволяет избежать появления или развития в них гнилей.

Например, древесину кедра ливанского *Cedrus libani* Loud. использовали для изготовления саркофагов фараонов, и она прекрасно сохранилась до нашего времени (т. е. через 2,5 тыс. лет!).

Деревянная ставкирка в Боргунне в Норвегии была построена в 1150–1180 гг. и сохранилась до наших дней. Преображенская церковь в Кижях была построена в 1714 г. и сохранилась в отнюдь не идеальных климатических условиях Карелии без обработки древесины смолой до наших дней, т. е. имеет возраст почти 300 лет. Возраст многих памятников деревянного зодчества на севере России составляет 100 и более лет (Беляев и др., 1973).

Избежать появления и развития гнилей можно и при эксплуатации древесины в благоприятных для развития грибов условиях, проведя соответствующую антисептическую обработку. Здесь, как и в случае обработки древесины антипиренами, вопросы надёжности и экологии вступают в очевидное противоречие. Проблемой при этом является подбор или создание надёжного и, в то же время, приемлемого с экологической точки зрения антисептического средства.

Пропитанные антисептиками шпалы, используемые при железнодорожном строительстве, изготовленные даже из такой нестойкой к поражению грибами породы, как берёза, могут служить, находясь в земле, до 20–30 лет. При несоблюдении соответствующих стандартов, плохой обработке и неправильном подборе древесины может происходить быстрое развитие гнилей и разрушение древесины.

С другой стороны, и гниение и горение древесины потенциально могут позитивно использоваться в различных технологиях по утилизации отработанной древесины и изделий из неё.

Из проведённого краткого анализа видно, что практически все особенности древесины, относимые обычно к её недостаткам, *относительны*, и часто их негативность связана с отсутствием или малой эффективностью существующих технологических решений при том или ином использовании древесины.

Анизотропия древесины. Основные разрезы и направления в древесине

Древесина имеет клеточное строение. Большинство клеток древесины сильно вытянуты и сориентированы в определённом направлении, большей частью вдоль оси ствола дерева. Неравномерное взаимное расположение различных клеток, других элементов древесины, сложное структурированное строение оболочек клеток приводит к *анизотропии* — различному проявлению того или иного свойства древесины в зависимости от направления в древесине или от разреза древесины.

В растущем дереве древесина выполняет целый ряд функций, в первую очередь, проводящие и механические, осуществление которых при отсутствии анизотропного строения это было бы просто невозможно.

Анизотропия проявляется у многих физических и механических свойств: цвета и блеска, усушки и разбухания, тепловых, звуковых, электрических, прочностных, деформативных и технологических свойств. Влажность и плотность древесины, наоборот, анизотропией не обладают.

Разное проявление свойств вынуждает различать разные направления и разрезы в древесине. В древесине принято различать три основных направления и три основных разреза, поэтому древесина рассматривается как ортотропное тело.

Три основных разреза древесины (плоскости) — поперечный, радиальный и тангенциальный (рис. 1). *Поперечный*, или *торцовый*, разрез проходит перпендикулярно продольной оси ствола (или иных частей дерева) и перерезает большую часть волокон поперёк. *Радиальный* и *тангенциальный*, разрезы проходят параллельно продольной оси ствола и перерезают волокна вдоль. Радиальный разрез проходит «по радиусу», через сердцевину, находящуюся в центре ствола, а тангенциальный — на некотором удалении от сердцевины по касательной к годичным слоям или почти параллельно им. В реальных образцах и изделиях из древесины часто встречаются различные переходные неправильные разрезы, связанные с отклонением в направлении разрезов или искривлениями и отклонениями в направлении волокон. Например, доски тангенциальной распиловки в центральной части пласти могут иметь тангенциальный разрез, а ближе к кромкам — почти радиальный.

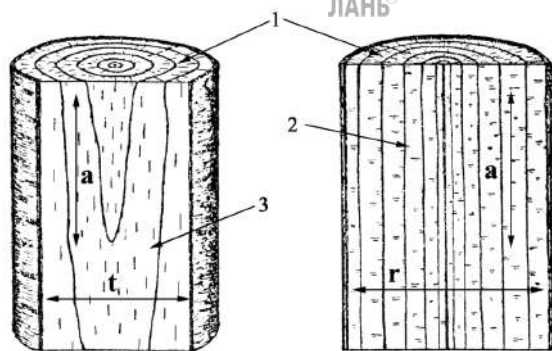


Рис. 1

Основные разрезы и направления древесины.

Разрезы: 1 — поперечный (торцовый); 2 — радиальный; 3 — тангенциальный; направления: *t* — тангенциальное; *r* — радиальное; *a* — продольное (аксиальное).

Соответственно трём разрезам в древесине различают три основных направления (размера): продольное, радиальное и тангенциальное (рис. 1). *Продольное* (аксиальное) направление сориентировано параллельно продольной оси ствола, образуется пересечением двух любых продольных плоскостей. *Радиальное* направление — перпендикулярно продольной оси ствола (проходит по радиусу), образуется пересечением радиальной и поперечной плоскостей. *Тангенциальное* направление также перпендикулярно продольной оси ствола, но образуется пересечением тангенциальной и поперечной плоскостей.

Отклонения от правильных направлений или разрезов древесины будут неизбежно приводить к большим или меньшим отклонениям в физических или механических свойствах древесины, в признаках её строения, что необходимо учитывать при работе с древесиной.

1. СТРОЕНИЕ ДРЕВЕСИНЫ

Изучение строения древесины является одним из базовых разделов курса поскольку знания в этой области позволяют определять древесную породу по древесине, правильно оценивать различные физические и механические свойства древесины и их изменчивость, подбирать нужную древесную породу для того или иного использования древесины.

Строение древесины может изучаться на разных уровнях её организации. Изучение строения древесины обычно начинается с уровня атомов, или химических элементов. По мере усложнения организации материи рассматриваются молекулярный, микроскопический, макроскопический, организменный и более высокие уровни.

1.1. Элементный состав и зольность древесины

Под элементным составом древесины подразумевается количественное содержание химических элементов, выраженное в процентах от массы абсолютно сухой древесины.

Элементный состав органической части древесины хорошо известен с первых этапов изучения древесины. Данные по элементному составу древесины мало отличаются у различных авторов, проводивших исследования в различное время.

Содержание основных элементов в древесине практически одинаково у различных древесных пород, мало изменяется в зависимости от условий произрастания одной породы, от положения в разных частях дерева и ствола.

В среднем относительное количество различных элементов древесины по массе в абсолютно сухом состоянии можно принять следующим (по Азарову, Бурову, Оболенской, 1999):

Углерод	C	49–50%
Кислород	O	43–44%
Водород	H	6%
Азот	N	0,1–0,3%
Зольные элементы	Ca, K, Mg, P, Na и др.	0,15–1,0%

Углерод, кислород и водород являются основными элементами древесины, образующими все органические вещества древесины. Эти элементы поступают в древесину в основном из коры (луба) с нисходящим током из кроны дерева в виде продуктов фотосинтеза.

Из остальных элементов, азот содержится в растениях в больших количествах (в связи с чем обычно отделяется от остальных зольных элементов). Азот входит в состав аминокислот, белков, нуклеиновых кислот, коферментов, является компонентом хлорофилла, некоторых липидов, витаминов, гормонов роста.

Остальные элементы составляют группу зольных элементов. Под зольностью древесины подразумевают количественную характеристику минеральных веществ и элементов, остающихся после прокалывания древесины до образова-

ния золы в муфельной печи при высокой температуре (600–800°). Зола образуется и при простом сжигании древесины, но её состав будет несколько иным.

В древесине находятся многочисленные различные зольные элементы. По сравнению с основными элементами древесины — углеродом, кислородом и водородом, зольные элементы встречаются в мизерных количествах. Несмотря на незначительную долю, зольные элементы так же, как и азот, играют очень важную роль в жизни древесных растений и в формировании древесины.

В состав золы входят кальций, калий, магний, в меньшей степени фосфор, сера, железо, натрий, кремний и другие химические элементы.

Зольность древесины зависит от древесной породы, условий произрастания дерева, его возраста и времени года. При этом изменяется не только количество золы, но и её состав.

Зольные элементы могут входить в состав органических веществ клеточной оболочки, находиться в живых клетках древесины, или входить в состав экстрактивных веществ. Эти элементы могут транспортироваться в составе растворённых в воде веществ по ксилеме в крону дерева и оставаться в клетках после рубки дерева и высыхания древесины.

Зольность коры, ветвей, корней и листьев обычно значительно выше зольности древесины и может достигать 4–7%.

Минеральные вещества, составляющие золу, разделяют по растворимости в воде на две группы:

- растворимая в воде часть (10–25%) главным образом состоит из карбонатов калия K_2CO_3 (поташ) и натрия Na_2CO_3 (сода) (до 70% растворимой части);
- нерастворимая в воде часть (75–90%) состоит из углекислых, кремнекислых и фосфорнокислых солей кальция, магния и железа (из них около 50% приходится на $CaCO_3$).

На основе элементного состава (содержания углерода, кислорода и водорода) рассчитывается теплотворная способность древесины, характеризующая древесину, как топливо.

Поскольку содержание С, О и Н в древесине различных пород примерно одинаковое, то и теплотворная способность практически не зависит от породы и составляет для абсолютно сухой древесины 19–20 МДж/кг.

1.2. Химический состав древесины

Химический состав древесины характеризует строение древесины на молекулярном уровне.

При определении химического состава древесины могут использоваться различные аналитические методы. Как и элементный состав, химический состав древесины выражается в процентах к массе абсолютно сухой древесины.

Различные вещества, входящие в состав древесины, обладают различными свойствами и изменение содержания этих веществ может приводить к существенному изменению физических и механических свойств древесины в целом.

Древесина состоит из органических (около 99%) и неорганических, или минеральных (до 1%), веществ (рис. 2).



Рис. 2

Схема химического состава древесины (по Азарову, Бурову, Оболенской, 1999)

Органические вещества древесины разделяются на вещества, образующие клеточную оболочку, — структурные компоненты, на которые приходится до 90–95% всех веществ древесины, и экстрактивные вещества.

К структурным компонентам относятся: целлюлоза, гемицеллюлозы и лигнин.

У большинства древесных пород в абсолютно сухом состоянии в древесине содержание различных органических веществ, относящихся к структурным компонентам, обычно составляет:

<i>целлюлоза</i>	—	40–50%
<i>лигнин</i>	—	20–30%
<i>гемицеллюлозы</i>	—	20–30%

Химический состав древесины может существенно изменяться как между различными породами, так и в пределах одной породы, части дерева, в разных клетках в пределах годичного слоя и даже по толщине клеточной оболочки.

Содержание целлюлозы в древесине хвойных и лиственных пород примерно одинаково. В древесине хвойных пород обычно содержится больше лигнина и меньше гемицеллюлоз; в древесине лиственных, наоборот, больше гемицеллюлоз и меньше лигнина.

Целлюлоза — основное вещество в древесине, на которое приходится около 50% сухой массы, является полимером: макромолекула целлюлозы представляет собой длинную цепь, состоящую из множества элементарных звеньев — остатков β -D-глюкопиранозы.

Общая длина макромолекулы целлюлозы — 3–5 мкм, при поперечных размерах всего 0,4–0,8 нм. Целлюлоза — линейная, не ветвящаяся молекула в виде плоской лентообразной цепочки, гомополисахарид, состоящий из одинаковых звеньев.

Общая (эмпирическая) формула целлюлозы обычно записывается следующим образом: $(C_6H_{10}O_5)_n$, или $[C_6H_7O_2(OH)_3]_n$, где n — степень полимеризации (количество звеньев в молекуле). Степень полимеризации древесной целлюлозы составляет 8000–15 000.

Техническая целлюлоза, извлечённая из древесины, имеет значительно более низкую степень полимеризации.

Целлюлоза обладает высокой химической стойкостью. Целлюлоза не обладает цветом и запахом.

Целлюлоза способна связывать молекулы воды, находящиеся в воздухе, что определяет её высокую гигроскопичность.

В древесине растущих деревьев целлюлоза выполняет особые механические функции, обеспечивая, прежде всего, прочность клеток и древесины в целом при работе на растяжение.

В клеточной оболочке молекулы целлюлозы соединяются в пучки, состоящие обычно из 36 цепочек целлюлозы, которые называются *микрофибриллы целлюлозы*. Микрофибриллы целлюлозы имеют ещё большие размеры, чем целлюлоза.

Микрофибриллы целлюлозы являются надмолекулярными образованиями.

В микрофибриллах кристаллические участки чередуются с аморфными зонами (рис. 3).

В клеточной оболочке микрофибриллы группируются между собой, образуя ещё более крупные структуры — *макрофибриллы*. Макрофибриллы, в свою очередь, формируют ещё более крупные образования в виде слоёв — *ламеллы*.

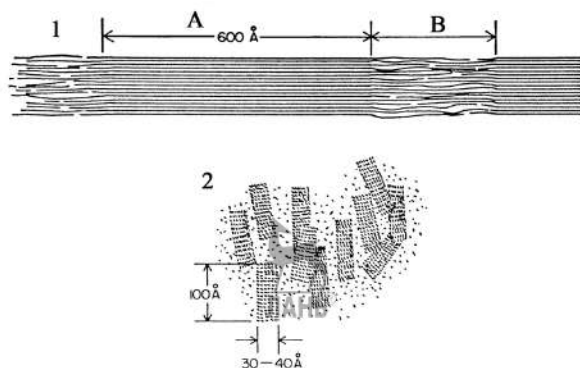


Рис. 3

Схема структуры части микрофибриллы целлюлозы:

1 — часть микрофибриллы: A — кристаллический участок; B — аморфная зона; 2 — поперечный вид нескольких кристаллов и аморфных зон.

Гемицеллюлозы представляют собой обширную группу полисахаридов, мономеры молекул которых (или звенья в молекуле) построены по тому же принципу, что и мономеры целлюлозы. Различие заключается в наличии у большинства гемицеллюлоз боковых ответвлений, нарушающих линейность молекулы, неоднородности типов связи мономеров, количестве мономеров в

молекуле (степени полимеризации), различном составе мономеров. Гемицеллюлозы также бесцветны и не обладают запахом.

Степень полимеризации гемицеллюлоз, по сравнению с целлюлозой, невелика — от 30–50 до 150–300. Цепи макромолекул многих гемицеллюлоз разветвлены.

Количество гемицеллюлоз в нормальной древесине составляет 20–30%, причем разные породы могут отличаться не только количественным, но и качественным составом гемицеллюлоз.

Большая часть гемицеллюлоз и других нецеллюлозных полисахаридов представляют собой смешанные полисахариды (гетерополисахариды, сополимеры), построенные из остатков различных моносахаридов (из разных звеньев), соединённых в различной последовательности и в различных соотношениях, что затрудняет классификацию гемицеллюлоз.

В зависимости от типа моносахара, составляющего основную цепь полисахарида, гемицеллюлозы условно делятся на *гексозаны*, имеющие упрощённую формулу $(C_6H_{10}O_5)_n$, *пентозаны*, имеющие упрощённую формулу $(C_5H_8O_4)_n$, и *полиуроновые кислоты (полиуронаны)*, образованные звеньями гексуроновых кислот.

Макромолекулы древесных гемицеллюлоз по типу преобладающих в молекуле звеньев можно разделить на следующие классы: *ксиланы*, *маннаны*, *глюканы*, *арабинаны* и *галактаны*.

В древесине лиственных пород преобладают ксиланы, в древесине хвойных — маннаны.

Ксилоглюкан играет структурную роль в клеточной оболочке, связывая молекулы целлюлозы разных микрофибрилл (рис. 4).

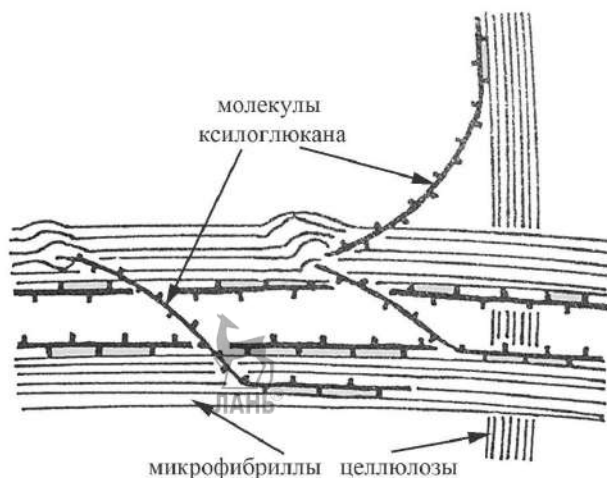


Рис. 4

Схема межмолекулярных водородных связей между молекулами ксилоглюкана и молекулами целлюлозы в разных микрофибриллах

Крахмал, относящийся к глюканам, выполняет запасующую функцию.

Некоторые гемицеллюлозы относят к пектиновым веществам, занимающим промежуточное положение между гемицеллюлозами и экстрактивными веществами.

Часть гемицеллюлоз и пектиновых веществ относительно легко гидролизуется, часть — более стойка к гидролизу.

В древесине гемицеллюлозы обладают самой высокой гигроскопичностью.

Лигнин представляет собой сложный сильно разветвлённый гетерополимер, ароматическое вещество (полифенол), образующийся в основном из мономерных звеньев, являющихся остатками оксикоричных спиртов. Количество лигнина в древесине обычно составляет 20–30%.

В клеточных оболочках древесины лигнин образует единую гигантскую химерную молекулу, называемую протолигнином, которая не имеет определённой химической формулы. Лигнин в клеточной оболочке химически связан с углеводами.

Лигнин обладает высокой химической стойкостью (но меньшей, чем целлюлоза), низкой гигроскопичностью, не подвержен гидролизу.

В древесине лигнин обеспечивает жёсткость клеточных оболочек.

Экстрактивные вещества представляют собой очень обширную и разнообразную группу веществ, извлекаемых из древесины путём экстракции (экстрагируются) водой или различными органическими растворителями. Экстрактивные вещества не являются структурными компонентами древесины; они содержатся в основном в полостях клеток и различных межклеточных пространствах, а также в паренхимных клетках.

В зависимости от метода выделения, экстрактивные вещества обычно делятся на три группы: летучие с водяным паром (эфирные масла), растворимые в воде (водорастворимые вещества) и растворимые в органических растворителях (древесные смолы).

По химическому составу среди экстрактивных веществ древесины выделяют: углеводороды, спирты, альдегиды и кетоны, высшие жирные кислоты и их эфиры, смоляные кислоты, углеводы и их производные, фенольные соединения, азотсодержащие соединения, соли неорганических и органических кислот.

Содержание экстрактивных веществ и их состав может сильно изменяться между разными породами, разными деревьями одной породы и даже в пределах одного дерева.

Обычно в древесине содержится не более 5–10% экстрактивных веществ, чаще ещё меньше — 2–3%. Но в некоторых случаях содержание экстрактивных веществ может быть значительно выше — до 30–40% (древесина некоторых тропических пород, древесина с засмолками).

Несмотря на небольшое содержание в древесине, экстрактивные вещества имеют большое биологическое и практическое значение: обеспечивают физиологические изменения, происходящие в древесине деревьев (например, образование ядра), определяют защитную реакцию на различные повреждения, опре-

деляют цвет и запах древесины, могут затруднять обработку, пропитку, склеивание древесины; некоторые экстрактивные вещества находят промышленное применение (смолы, дубильные вещества).

1.3. Микроскопическое строение древесины

1.3.1. Строение клеточной оболочки

Древесина по массе в абсолютно сухом состоянии состоит почти исключительно из клеточных оболочек отмерших клеток. Клеточные оболочки, занимая лишь часть пространства в древесине, тем не менее определяют практически все свойства этого материала.

При изучении строения клеточной оболочки оценивается химический состав различных слоёв оболочки, их толщина и ориентация в них микрофибрилл.

Полностью сформировавшаяся клеточная оболочка типичного древесного волокна состоит из следующих слоёв (рис. 5):

- срединная пластинка (или межклеточный слой, М);
- первичная оболочка (Р);
- вторичная оболочка (S), которая разделяется на три слоя:
 - внешний слой вторичной оболочки (S_1 , или переходный слой);
 - средний слой вторичной оболочки (S_2);
 - внутренний слой вторичной оболочки (S_3 , или третичная оболочка);
- бородавчатый слой (или выступающая оболочка, W).

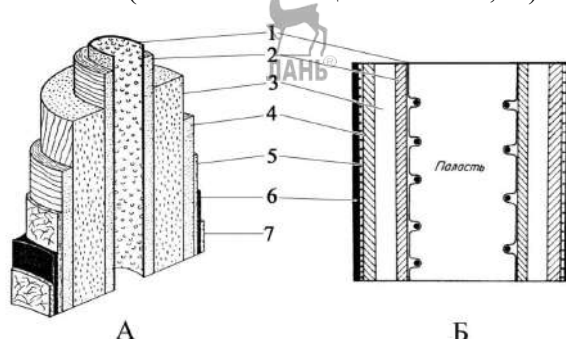


Рис. 5

Схема строения клеточной оболочки:

А — типичная трахеида хвойных (общий вид); Б — клетка *Actinostrobus pyramidalis*: 1 — бородавчатый слой (W); 2 — внутренний слой вторичной оболочки ($=S_3$); 3 — средний слой вторичной оболочки ($=S_2$); 4 — внешний слой вторичной оболочки ($=S_1$); 5 — первичная оболочка ($=P$); 6 — срединная пластинка ($=M$); 7 — первичные оболочки соседних клеток.

Изменение направления микрофибрилл в различных слоях клеточной оболочки проиллюстрировано на рисунке 6. Переход от одного слоя к другому и структурно и химически происходит постепенно, а не скачкообразно.

Первичная оболочка — это тонкий слой полимерного вещества, окружающий все живые растительные клетки способные расти. Важной особенностью

этой оболочки у живых клеток является способность необратимо растягиваться под действием тургорного давления клеточного сока.

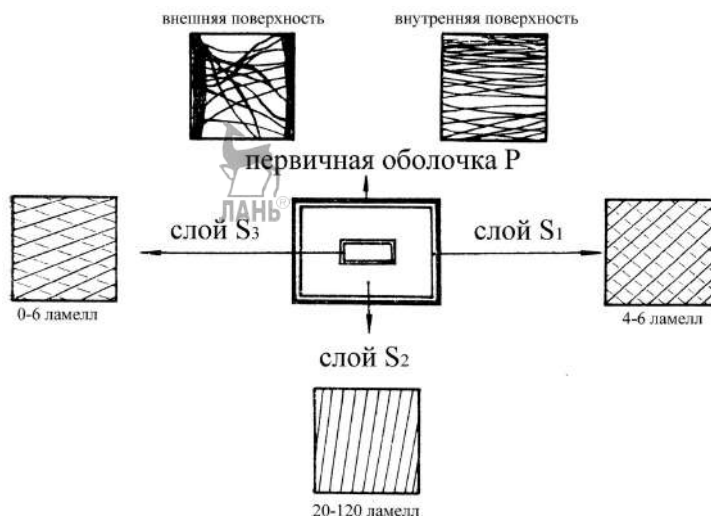


Рис. 6

Схематичное изображение ориентации микрофибрилл в различных слоях клеточной оболочки

Большая часть первичной оболочки новой клетки представляет собой оболочку материнской клетки камбия, и лишь часть образуется при делении клетки в виде разделяющей материнскую и дочернюю клетки перегородки.

Первичная оболочка зрелых клеток древесины имеет толщину около 0,1–0,3 мкм. Она состоит из переплетённых между собой и не сориентированных определённым образом микрофибрилл целлюлозы.

Две первичных оболочки соседних клеток вместе со срединной пластинкой образуют сложную срединную пластинку.

Вторичная оболочка — наиболее толстый слой клеточной оболочки. Микрофибриллы в ней плотно упакованы и расположены параллельно друг другу, образуя отдельные ламеллы. В этой оболочке обычно выделяются три слоя: S_1 , S_2 и S_3 .

В типичных клетках древесины внешний слой вторичной оболочки S_1 имеет толщину 0,2–0,3 мкм (до 1,0 мкм в поздней древесине) и состоит всего из нескольких ламелл. Направление микрофибрилл в отдельных ламеллах почти перпендикулярное оси клетки — 70–90°.

Толщина среднего слоя вторичной оболочки S_2 во многом определяет толщину всей клеточной оболочки и разницу в толщине между ранними и поздними трахеидами у хвойных пород, поскольку этот слой составляет 60–80% всей вторичной оболочки. Толщина слоя S_2 может изменяться от 1 мкм в ранних трахеидах до 7–9 мкм — в поздних.

Микрофибриллы в ламеллах слоя S_2 наклонены не сильно — на 5–30° (обычно до 10°), или они направлены почти параллельно оси клетки.

Считается, что в основном из-за малого наклона микрофибрилл в этом слое усушка и разбухание древесины резко отличаются в продольном и в поперечных направлениях (в продольном направлении они крайне малы).

Во внутреннем слое вторичной оболочки S_3 (толщиной 0,1–0,15 мкм) микрофибриллы направлены почти перпендикулярно оси клетки (75–90°).

*Бородавчатый слой*¹ (выстилающая оболочка) W представляет собой бугорчатые образования, покрытые мембраной; диаметр отдельных бородавок от 0,1 до 1,0 мкм. Этот слой значительно влияет на диффузию воды через клеточную оболочку.

Кроме различных слоёв в клеточных оболочках между образующими её веществами имеются многочисленные микрокапилляры диаметром всего 5–6 нм, а также более крупные отверстия в оболочках — поры.

1.3.2. Камбий и его функции в растущем дереве

Образование всех новых клеток древесины происходит из камбиальных клеток. Камбиальные клетки, составляющие образовательную ткань древесного растения, располагаются непрерывным слоем толщиной в одну клетку (камбиальную инициаль) между ксилемой и флоэмой по всей поверхности ветвей, ствола и корней. Примыкающие к камбиальной инициали со стороны флоэмы и ксилемы клетки образуют камбиальную зону.

Поскольку камбиальные клетки в древесине расположены непрерывным тонким слоем, все процессы, происходящие при образовании новых клеток, по меньшей мере, на смежных в тангенциальной плоскости участках ствола, должны быть тесно взаимосвязаны и взаимно согласованы во времени.

Камбиальные клетки могут быть двух типов: веретеновидные инициали — вытянутые камбиальные клетки, образующие основную массу клеток и волокон в древесине и лубе, и лучевые инициали — короткие сгруппированные клетки, образующие радиальную (лучевую) паренхиму (рис. 7).

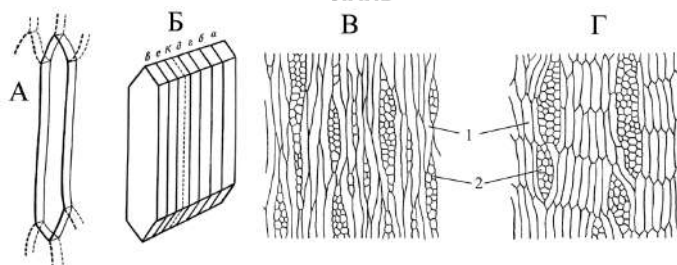


Рис. 7

Схема строения камбиальных слоёв:

А — инициальная веретеновидная клетка камбия; *Б* — схематичное изображение последовательности образования новых клеток флоэмы (*в, е*) и ксилемы (*а, б, г, д*) из инициальной клетки камбия (*К*); пунктиром показана плоскость следующего деления; *В* — неярусный камбий (грецкий орех, тангенциальный разрез); *Г* — ярусный камбий (акация белая); *1* — веретеновидные инициали; *2* — лучевые инициали.

¹ Некоторые авторы не выделяют бородавчатый слой в отдельный слой клеточной оболочки. Считается, что у ряда пород, например, ели и лиственницы, бородавчатый слой отсутствует.

Взаимное расположение камбиальных инициалей также может быть разным — ярусным или неярусным (рис. 7В, Г), что приводит к формированию древесины у разных пород с различным соответствующим расположением клеток.

1.3.3. Этапы образования и роста новых клеток древесины

Образование новых клеток в древесине сводится к нескольким этапам.

Первым этапом является *деление материнской клетки камбия*. Различают три типа деления камбиальных инициалей.

Основным типом деления камбиальных инициалей, в результате которого образуется подавляющее большинство клеток древесины и коры, является *периклинальное деление*, которое происходит в радиальном направлении. При этом в результате деления одной камбиальной инициали может образовываться либо две клетки флоэмы, либо четыре клетки ксилемы. Таким образом, в сторону древесины всегда откладывается больше клеток, чем в сторону луба.

По мере увеличения длины окружности ствола в процессе роста дерева, происходят *мультипликативные (антиклинальные) деления* (в тангенциальном направлении). В результате этих делений образуются новые веретенovidные инициали, и обеспечивается целостность камбиального слоя.

Образование новых лучевых инициалей, клеток древесной паренхимы и клеток, образующих вертикальные смоляные ходы, происходит в результате *поперечных делений* веретенovidных камбиальных клеток.

Второй этап (фаза) образования клеток — *рост растяжением*. В начале этой стадии клетки обладают протопластом и пластичной, насыщенной водой первичной оболочкой, а их размер соответствует размеру материнской камбиальной инициали.

К концу этапа роста растяжением клетка приобретает окончательные размеры и форму, но всё ещё остается живой, обладает тонкой (первичной) нелигнифицированной оболочкой.

Третий этап развития клеток — *фаза вторичного утолщения*. Основная масса древесинного вещества откладывается именно в *фазу вторичного утолщения*. В течение этой фазы образуется толстая вторичная оболочка и происходит *лигнификация* клеточных оболочек (отложение лигнина).

Лигнификация начинается в первичной оболочке, охватывает срединную пластинку, и затем распространяется на вторичную оболочку. В результате, распределение лигнина в клеточной оболочке оказывается неравномерным, и в зрелой клетке наиболее лигнифицированными оказываются срединная пластинка и первичная оболочка.

К завершению этого этапа в клеточных оболочках образуются поры и перфорации члеников сосудов.

Заканчивается эта фаза для большинства клеток древесины отмиранием протопласта, гибелью клетки и образованием из остатков протопласта бородавчатого слоя, выстилающего полость клетки изнутри.

1.3.4. Основные типы клеток древесины

По типу все клетки древесины делятся на две большие группы — паренхимные и прозенхимные.

Паренхимные клетки — это большей частью тонкостенные клетки, имеющие в различных направлениях примерно равную длину — отношение длины к поперечному размеру составляет примерно 2:1.

Второй тип клеток — *прозенхимные* клетки, или *волокна*, сильно вытянуты в одном направлении и могут достигать в длину нескольких миллиметров; отношение длины к поперечному размеру у этих клеток может достигать 100:1 и даже 400:1.

1.3.5. Способы сообщения между соседними клетками древесины

В древесине все клетки своими оболочками плотно «подогнаны» друг к другу и крепко соединены друг с другом межклеточным веществом.

Практически любая клетка древесины в той или иной степени выполняет проводящую функцию. Но размеры даже самых крупных клеток древесины крайне малы, и могут переместить воду по своей полости лишь на очень небольшое расстояние. Поэтому для выполнения проводящей функции все клетки (полости клеток) сообщаются между собой отверстиями в оболочках, которые позволяют воде переходить из одной клетки в другую, и перемещаться, в конечном счёте, из корней в крону дерева.

Существуют различные типы отверстий в клеточных оболочках.

Наиболее распространённым типом отверстий в клеточных оболочках являются *поры*, представляющие собой парные отверстия или не утолщённые (без вторичной оболочки) участки клеточной оболочки.

Различают *простые* (всегда открытые) и *окаймлённые* (сложные, закрывающиеся) поры.

Самыми крупными отверстиями в клеточных оболочках двух смежных клеток древесины лиственных пород являются отверстия другого типа, которые называются *перфорациями*. Перфорации образуются на стыках члеников сосудов и могут быть нескольких типов (рис. 9). Перфорации обеспечивают быстрое проведение большого количества воды по сосудам.

1.3.6. Особенности клеточного строения и основные виды клеток древесины хвойных пород

Хвойные породы отличаются более однородным клеточным составом, простым и строгим строением (рис. 8). Прозенхимные клетки представлены исключительно трахеидами. На эти клетки в древесине хвойных приходится до 90–95%.

Трахеиды (от *греч.* tracheia — дыхательное горло) хвойных обычно вытянуты значительно сильнее, чем у лиственных пород, достигая 2–8 мм (до 11 мм) длины. Именно поэтому из древесины хвойных получают более длинные волокна, и она является лучшим сырьём для целлюлозно-бумажной промышленности. Окончания трахеид заострены, часто изогнуты, имеют множество крупных пор, что обеспечивает протяжённую зону перекрытия смежных по оси дерева трахеид; у некоторых пород их окончания разветвле-

ны. Трахеиды хвойных разделяются на три вида: *ранние*, *поздние* и *лучевые* (рис. 8).

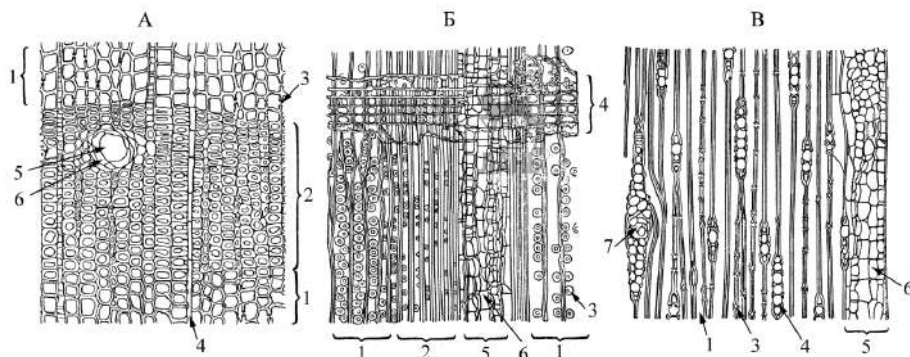


Рис. 8

Микроскопическое строение древесины сосны на разных разрезах:

А — поперечный; *Б* — радиальный; *В* — тангенциальный: 1 — ранние трахеиды; 2 — поздние трахеиды; 3 — окаймлённые поры; 4 — узкий сердцевинный луч; 5 — вертикальный смоляной ход; 6 — выстилающие клетки; горизонтальный смоляной ход.

В соответствии с современной классификацией Международной ассоциации анатомов древесины (IAWA) поздние трахеиды хвойных пород делятся на две группы:

- *тонкостенные поздние трахеиды*, у которых двойная толщина оболочек клеток в радиальном направлении меньше радиального размера люмена (просвета полости клетки);

- *толстостенные поздние трахеиды*, у которых двойная толщина оболочек клеток в радиальном направлении больше радиального размера люмена.

В реальной древесине по ширине годичного слоя переход одних трахеид в другие, в том числе ранних в поздние, часто происходит постепенно. При этом в разных соседних радиальных рядах клеток одного годичного слоя положение границы между разными видами трахеид (количество разных трахеид в радиальном ряду) может резко различаться.

Типичные *ранние трахеиды* образуются камбиальными клетками в первой половине (условно) вегетационного периода и располагаются во внутренней части годичного слоя — образуют раннюю древесину годичного слоя. Эти трахеиды отличаются тонкими клеточными оболочками (толщина около 2–3 мкм), большими внутриклеточными полостями, большей вытянутостью в радиальном направлении (радиальный размер примерно равен тангенциальному и составляет порядка 40 мкм). На радиальных сторонах оболочек ранних трахеид имеются крупные окаймлённые поры с округлыми отверстиями.

Ранние трахеиды за счёт большего размера внутриклеточной полости быстрее и в больших количествах проводят воду в древесине хвойных пород, выполняя проводящую функцию. Эти клетки прекрасно выполняют и механическую функцию: древесина наиболее крупных хвойных деревьев, испытывающих повышенные механические нагрузки, может почти исключительно состоять как раз из тонкостенных ранних трахеид.

Типичные *поздние трахеиды* начинают образовываться к концу вегетационного периода (конец лета, осень) и располагаются в наружных слоях годичного слоя, образуя зону поздней древесины. Они отличаются относительно толстыми клеточными оболочками (толщиной 3,5–7,5 мкм), маленькой внутриклеточной полостью, мелкими порами с щелевидными отверстиями; в радиальном направлении поздние трахеиды значительно меньше вытянуты (радиальный размер клеток меньше тангенциального и обычно составляет в среднем около 20 мкм).

Поздние трахеиды вместе с ранними участвуют в выполнении водопродводящей функции. В отличие от ранних трахеид, они, как водопроводящие элементы, проводят меньше воды, но зато обеспечивают сохранение воды в клетках при напряжённом водном балансе и обеспечивают целостность и функциональность всей водопроводящей системы древесины. За счёт толстых оболочек клеток поздние трахеиды хорошо выполняют механическую функцию; при использовании древесины в конструкциях более высокими прочностными показателями будет отличаться древесина хвойных пород с большим содержанием поздних трахеид.

От соотношения количества ранних и поздних трахеид в древесине хвойных пород зависят многие физические и механические свойства древесины, прежде всего плотность и прочность.

Лучевые трахеиды встречаются лишь у некоторых хвойных в составе сердцевинных лучей (рис. 9). Это сильно вытянутые в радиальном направлении (вдоль луча) клетки с окаймлёнными порами и одревесневшими вторичными оболочками. В древесине заболони они отличаются наличием протопласта. Лучевые трахеиды располагаются по верхнему и нижнему краю сердцевинного луча, иногда в несколько рядов, и могут иметь гладкую или зубчатую внутреннюю поверхность. Эти клетки выполняют также и проводящую (в радиальном направлении), и механическую функции.

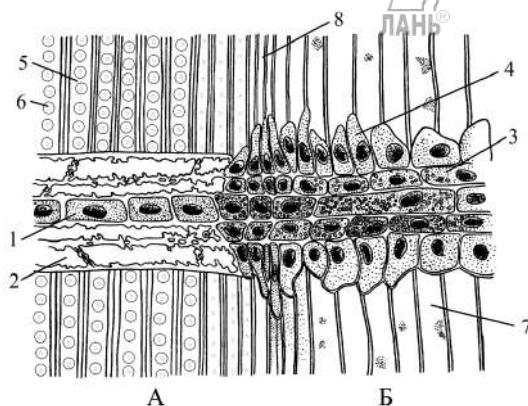


Рис. 9

Серцевинный луч на радиальном разрезе в древесине (А) и лубяной луч во флоэме (В) сосны: 1 — паренхимные клетки сердцевинного луча; 2 — лучевые трахеиды; 3 — лежащие паренхимные клетки лубяного луча; 4 — стоячие паренхимные клетки лубяного луча; 5 — ранние трахеиды; 6 — окаймлённые поры; 7 — ситовидные клетки; 8 — камбий.

Паренхимные клетки в древесине хвойных пород сосредоточены в основном в сердцевинных лучах (рис. 9), образуя *радиальную (лучевую) паренхиму*. Лучи хвойных пород образованы обычно одним рядом клеток (узкие лучи) и занимают 5–10% объёма древесины. У некоторых пород паренхимные клетки могут входить в состав *древесной (осевой) паренхимы* (до 2%).

В древесине некоторых хвойных пород (*Picea, Pinus, Larix*) могут образовываться межклеточные каналы — смоляные ходы, которые представляют собой длинную трубчатую полость, ограниченную паренхимными клетками эпителия и заполненную смолой.

Смоляные ходы могут быть вертикальными и горизонтальными. Клетки смоляных ходов вырабатывают живицу и по смоляным ходам проводят её к местам поранений или иных повреждений в стволе дерева.

1.3.7. Особенности клеточного строения и основные виды клеток древесины лиственных пород

В древесине лиственных пород из прозенхимных клеток встречаются *сосуды, трахеиды и волокна либриформа*.

Клеточный состав и соотношение разных видов клеток очень сильно варьирует как между различными лиственными породами, так и в пределах одной породы, или одного дерева. В древесине различных пород могут преобладать волокна либриформа, или трахеиды, или даже паренхимные клетки; у небольшой группы лиственных пород в древесине сосуды вовсе отсутствуют.

Сосуды состоят из отдельных клеток-члеников, которые имеют разнообразную форму и сильно варьируют по диаметру и длине.

Соединяясь друг с другом несколько скошенными концами (рис. 10), членики сосудов образуют цепочки длиной до нескольких метров (у дуба до 3 м). На этих скошенных концах члеников сосудов имеются *перфорации* — крупные отверстия в смежных клеточных оболочках. Наиболее распространённые виды перфораций — простые и лестничные (рис. 10).

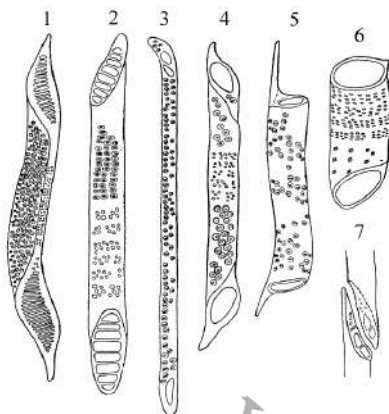


Рис. 10

Членики сосудов древесины лиственных пород:

1 и 2 — с лестничными перфорациями; 3–6 — с простыми перфорациями; членики 1, 4 и 5 — с развитыми клювиками; 7 — схема соединения члеников в сосуде.

Обычно в древесине лиственных пород содержится около 10–50% сосудов.

Имея относительно крупные полости, перфорации и множество пор на боковых сторонах оболочек, сосуды обеспечивают быстрое проведение большого количества воды и растворённых в ней веществ от корней в крону дерева.

Сосуды древесины делят на две группы — крупные и мелкие. *Крупные сосуды* диаметром 0,2–0,4 мм хорошо заметны в древесине и без микроскопа; такие сосуды встречаются далеко не у всех лиственных пород. *Мелкие сосуды* имеют диаметр 0,01–0,10 мм, встречаются в древесине почти всех лиственных пород; без микроскопа такие сосуды среди других клеток древесины практически невидны.

По характеру распределения сосудов в годичном слое и их размеру лиственные породы разделяются на *кольцесосудистые* и *рассеяннососудистые*. У лиственных кольцесосудистых пород крупные сосуды сосредоточены исключительно в начале каждого годичного слоя в ранней древесине (ранней зоне годичных слоёв), а мелкие — в поздней. В древесине лиственных рассеяннососудистых пород, крупные или мелкие сосуды расположены достаточно равномерно по всей ширине годичного слоя; мелкие сосуды часто располагаются группами из нескольких штук.

При переходе годичного слоя из заболони в ядро у некоторых лиственных пород в сосудах образуются *тиллы*. Тиллы представляют собой выросты прилегающих к сосуду живых паренхимных клеток, которые прорастают в полость сосудов через полуокаймлённые поры (рис. 11).

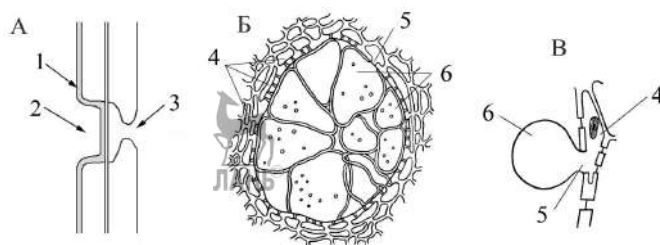


Рис. 11

Образование тилл в сосудах:

А — продольный разрез полуокаймлённой поры до образования тиллы; *Б* — поперечный разрез сосуда с тиллами; *В* — продольный разрез тиллы: 1 — защитный слой со стороны паренхимной клетки; 2 — простая пора со стороны паренхимной клетки; 3 — окаймлённая пора со стороны сосуда; 4 — окружающие сосуд паренхимные клетки; 5 — прохождение паренхимных клеток через поры сосудов при образовании тиллы; 6 — тиллы в полости сосуда.

Трахеиды лиственных пород делят на *сосудистые*, *вазицентричные* и *волокнистые* (рис. 12Б, В и Г).

Сосудистые трахеиды — клетки, похожие по размерам, форме, поровости и оболочкам на мелкие сосуды и интегрированные в древесину вместе с ними, но не имеющие перфораций.

Вазичентричные трахеиды располагаются вокруг сосудов, имеют многочисленные окаймлённые поры, но не имеют перфораций; форма этих клеток часто неправильная.



Рис. 12

Клетки древесины лиственных пород:

A — сосуд; *B* — сосудистая трахеида; *B* — вазикентричная трахеида; *Г* — волокнистая трахеида; *Д* — волокно либриформа. Все клетки на продольных разрезах.

Волокнистые трахеиды являются преобладающими волокнами древесины многих пород, и по своему строению приближаются к волокнам либриформа, но имеют не простые, а окаймлённые поры с размером камер более 3 мкм.

Либриформ, или *волокна либриформа*, — это всегда сильно вытянутые (длиной 0,3–2,0 мм) с заострёнными концами клетки. Они отличаются небольшими размерами в сечении (20–50 мкм), относительно узкими полостями и обычно простыми щелевидными порами (рис. 12*Д*); у волокон либриформа могут быть и окаймлённые поры, но очень маленького размера — менее 3 мкм.

Трахеиды и волокна либриформа в древесине лиственных пород выполняют и механическую функцию, обеспечивая прочность древесины, и проводящую функцию, обеспечивая проведение и сохранность воды в напряжённые периоды, и, тем самым, сохранение водопроводящей функции древесины в целом.

Паренхимные клетки в древесине лиственных пород представлены как лучевой, так и осевой паренхимой.

Паренхимные клетки лучевой (радиальной) паренхимы, составляющие *сердцевинные лучи* в древесине лиственных пород, обычно занимают гораздо большую, чем у хвойных, долю (5–25% объёма).

В древесине лиственных пород гораздо больше, обычно 2–15%, паренхимных клеток приходится на *осевую*, или *древесную паренхиму*. Древесная паренхима разделяется на различные типы в зависимости от распределения паренхимных клеток в древесине — диффузная, терминальная, вазикентрическая и т. д.

В целом, в сравнении с древесиной хвойных пород, лиственные породы имеют гораздо более сложное строение, выражающееся в большем разнообразии видов клеток и в более сложном и разнообразном их взаимном расположении в годичном слое.

1.3.8. Особенности клеточного строения коры (луба)

Кора очень сильно отличается по клеточному строению от древесины.

По строению, в том числе клеточному, кора древесных пород разделяется на корку, состоящую из пробковых клеток, и луб.

По мере образования новых слоёв луба клетки более старых слоёв оттесняются к корке; при этом часть клеток сильно деформируется, поскольку их оболочки слабо лигнифицированы. Со временем в наиболее старых наружных слоях происходит процесс дилатации — разрастания клеток тяжевой или лучевой паренхимы, ещё больше нарушающего начальную структуру луба. В связи с этими процессами в лубе выделяют функционально различные зоны: проводящая (ближе к камбию), непроводящая (посередине) и дилатационная (ближе к корке).

Луб хвойных пород образуется *ситовидными клетками, тяжевой и лучевой паренхимой*; кроме этого в лубе хвойных пород могут встречаться *волокна* и *склереиды* с толстыми одревесневшими оболочками, *смоловместилища*, *масляные* и *слизевые клетки*.

В лубе лиственных пород встречаются *ситовидные трубки с сопровождающими клетками, волокна, тяжевая и лучевая паренхимы, склереиды*, могут встречаться *слизевые клетки (вязы)* и *млечники* (клён, бересклет).

Проводящую функцию в лубе обеспечивают ситовидные клетки и ситовидные трубки: по ним продукты фотосинтеза спускаются вниз по стволу из кроны.

Отложение запасных питательных веществ в коре происходит в паренхимных клетках луба.

1.4. Макроскопическое строение древесины

Под макроскопическим строением древесины понимается строение, которое может изучаться на достаточно крупных образцах, без приготовления специальных тонких окрашенных срезов, с возможным использованием для изучения древесины увеличительных стекол или даже микроскопов при относительно небольшом увеличении в отражённом свете. Элементами макроскопического строения древесины являются относительно крупные образования отдельных участков древесины и групп клеток, и крупные клетки, видимые и невооружённым глазом. При оценке макроскопического строения часто используются и некоторые характеристики физических свойств древесины (цвет, плотность), но они описываются не числовыми показателями, а словесно.

По комплексу признаков макроскопического строения древесины можно: быстро и достаточно точно определять древесную породу по древесине; комплексно оценивать физические и механические свойства древесины и производить визуальный отбор древесины нужного качества. Именно по макроскопическому строению производится определение пороков древесины в древесном сырье и изделиях из древесины при оценке их качества.

1.4.1. Элементы макроскопического строения древесины

К элементам макроскопического строения относятся: слои прироста (годовые слои), сердцевинные лучи, заболонь, ядро и спелая древесина, сосуды, смоляные ходы (рис. 13).

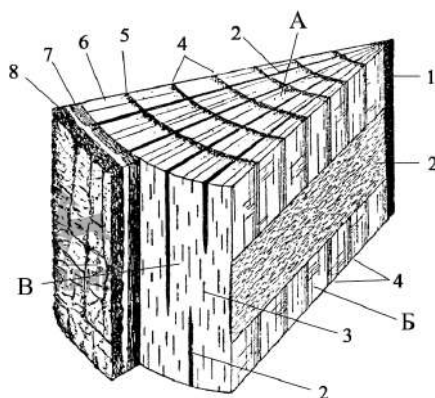


Рис. 13

Схематичный общий вид образца древесины дуба с элементами макроскопического строения. Разрезы: А — поперечный; Б — радиальный; В — тангенциальный: 1 — сердцевина; 2 — широкий сердцевинный луч; 3 — узкий сердцевинный луч; 4 — годичный слой; 5 — ранняя древесина годичного слоя; 6 — поздняя древесина годичного слоя; 7 — луб; 8 — корка.

Слой прироста — слой древесины, образовавшийся за некоторый период времени (любой по продолжительности) с фиксированным началом и окончанием роста, относительно чётко отграниченный от соседних аналогичных слоёв. Если в течение одного года (не обязательно всего года) образуется только один слой прироста, то он называется *годовым слоем*.

Годичные слои — более или менее различимые друг от друга слои древесины (рис. 14), каждый из которых образовался в результате деления клеток камбия в стволе, ветвях и корнях в течение одного года (вегетационного периода). На целом поперечном разрезе ствола годичные слои имеют вид концентрических окружностей и могут называться *годовыми кольцами*. На частичном поперечном разрезе годичные слои имеют вид дуг, на радиальном разрезе чистой древесины — продольных параллельных полос, а на тангенциальном — параболических кривых или более сложных извилистых линий (рис. 14 и 15).

В умеренных широтах образование годичных слоёв связано с чередованием благоприятного для роста тёплого летнего периода с холодным зимним периодом. При этом число годичных слоёв обычно точно соответствует возрасту дерева в данной точке по высоте ствола.

В условиях тропиков образование годичных слоёв связано с чередованием влажных и засушливых периодов.

В крайне неблагоприятных условиях роста, при сильном угнетении дерева или у очень старых деревьев может произойти частичное или полное *вытадение* годичных слоёв — годичный слой в какой-то год не образуется по всей поверхности ствола или, чаще, на каком-то участке ствола.

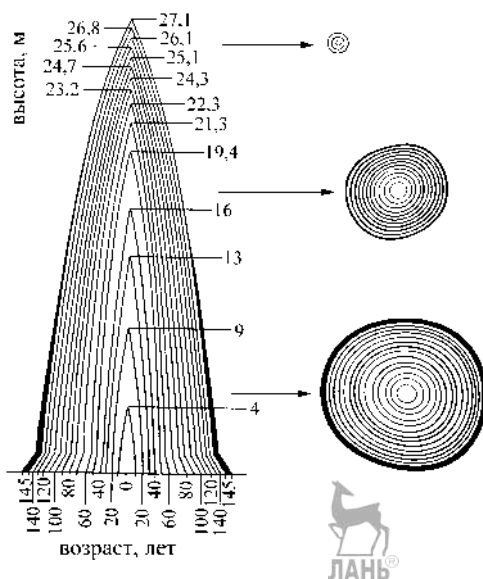


Рис. 14

Схема годовичных слоёв в древесине ствола

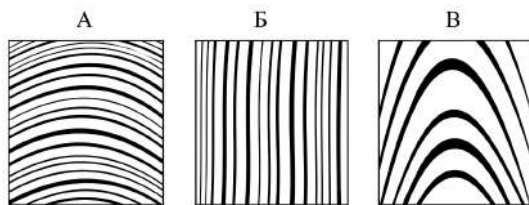


Рис. 15

Общий вид годовичных слоёв на разных разрезах:

А — поперечный; Б — радиальный; В — тангенциальный.

У некоторых древесных пород могут образовываться *ложные годовичные слои*. При этом в течение одного календарного года (вегетационного периода) образуется как бы два слоя прироста, один из которых называют ложным.

Годовичные слои характеризуются следующими *показателями*: шириной годовичного слоя и числом слоёв в 1 см, особенностями границы и формы, наличием светлого или тёмного рисунка (обычно на поперечном разрезе), особенностями строения, выраженностью и соотношением ранней и поздней зоны в годовичном слое.

Граница между годовичными слоями характеризуется резкостью перехода и формой на поперечном разрезе.

У некоторых пород граница годовичных слоёв может быть очень резкой (например, у лиственницы, дуба); такие слои всегда хорошо заметны. У многих, особенно лиственных, пород переход от одного слоя к другому не резкий, едва заметный; такие слои видны крайне плохо (осина, берёза, липа, груша) и их подсчёт и измерение вызывают определённые трудности.

Граница годовичных слоёв на поперечном разрезе может быть ровной (большинство пород), волнистой, как у граба, или изгибаться в районе пересечения с сердцевинными лучами, как у бука.

Ширина годовичных слоёв является важной характеристикой макроскопического строения древесины.

Средняя ширина годовичного слоя определяется измерением ширины нескольких смежных годовичных слоёв на поперечном разрезе и рассчитывается по формуле

$$\text{ШГС} = \frac{\sum \text{ШГС}_i}{N}, \quad (1)$$

где ШГС — средняя ширина годовичного слоя, мм; ШГС_i — ширина каждого i -го годовичного слоя, мм; N — число измеренных годовичных слоёв, шт.

Среднее количество годовичных слоёв в 1 см может определяться по тем же измерениям по формуле

$$n = \frac{N}{\sum \text{ШГС}_i} \cdot 10, \quad (2)$$

где n — среднее количество годовичных слоёв в 1 см, шт./см; ШГС_i — ширина каждого i -го годовичного слоя, мм; N — число измеренных годовичных слоёв, шт.;

или упрощённым способом путём подсчёта количества годовичных слоёв на радиальном участке измеренной длины:

$$n = \frac{N}{L} \cdot 10, \quad (3)$$

где n — среднее количество годовичных слоёв в 1 см, шт./см; L — длина участка, на котором подсчитываются годовичные слои, мм; N — число годовичных слоёв на участке, шт.

Ширина годовичных слоёв различных пород изменяется от долей миллиметра до 2–3 см. Значительные вариации ширины годовичных слоёв могут наблюдаться и в пределах одной породы (для большинства пород) в зависимости от целого ряда причин: климатических условий, почвенно-грунтовых условий, климатических особенностей отдельных лет, положения дерева в насаждении, его возраста, и т. д.

В молодом возрасте деревья обычно образуют более широкие годовичные слои, которые обычно несколько отличаются даже по микроскопическому строению и свойствам древесины.

С ухудшением условий роста и старением дерева ширина годовичных слоёв уменьшается. Наоборот, резкое улучшение условий роста (например, при освещении, осушении) может вызвать резкое увеличение ширины годовичных слоёв.

У большинства древесных пород могут образовываться как широкие, так и очень узкие годовичные слои. Однако отдельные породы более-менее стабильно образуют только широкие или только узкие годовичные слои. Широкие годовичные слои обычно у ивы белой, тополя, айланта (15 мм и более); породы, образующие широкие годовичные слои, называются быстрорастущими. Только узкие годовичные слои формируются в древесине самшита, можжевельников, многих кустарниковых пород.

Равномерность ширины годовичных слоёв называется *равнослойностью* (рис. 16). Показатель равнослойности широко используется для визуального отбора резонансной древесины.

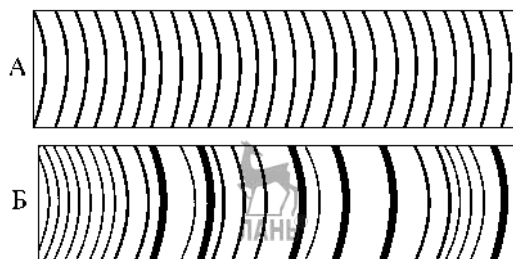


Рис. 16

Схема годовичных слоёв равнослойной и неравнослойной древесины

Обычно в годовичном слое выделяются две зоны — ранняя и поздняя древесина (рис. 17).

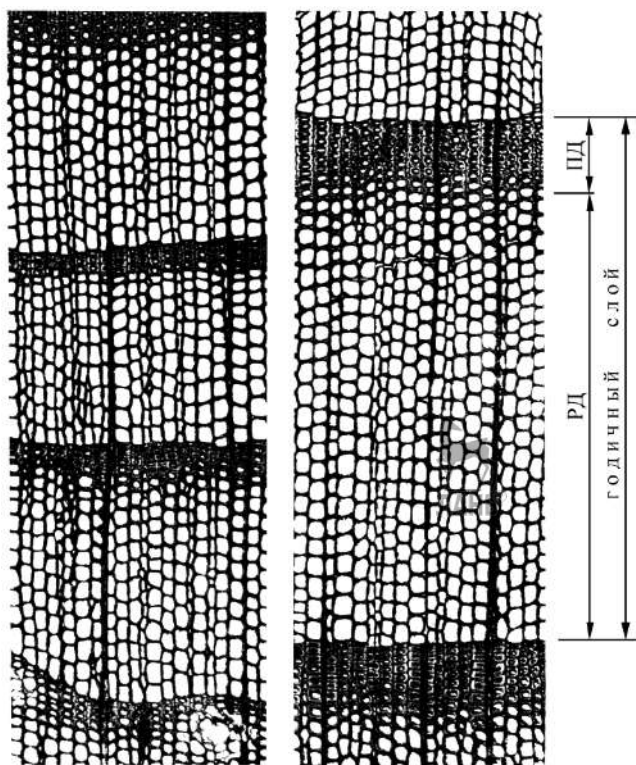


Рис. 17

Зоны годовичного слоя в древесине сосны. Слева — годовичные слои, образовавшиеся до внесения удобрений, справа — после внесения минеральных удобрений (по «Диагностические признаки...», 1976)

Ранняя древесина (ранняя зона годовичного слоя) — слой древесины, расположенный в каждом годовичном слое ближе к сердцевине. Это более светлая

(по крайней мере, на поперечном разрезе), более рыхлая, относительно менее плотная и прочная древесина, формирующаяся в начале вегетационного периода. Ранняя древесина гораздо эффективнее (быстрее и в большем количестве) проводит воду и растворённые в ней вещества в крону дерева, что крайне необходимо в период начала роста и формирования молодых листьев и побегов; в то же время эта древесина прекрасно справляется и с выполнением механической функции в растущем дереве.

Поздняя древесина (поздняя зона годичного слоя) — слой древесины, расположенный в каждом годичном слое ближе к коре. Обычно это более тёмная, относительно более плотная и прочная древесина, формирующаяся во второй половине или в конце вегетационного периода. Полости клеток поздней древесины имеют гораздо меньший диаметр. Это, с одной стороны, резко снижает эффективность проведения воды, а с другой, за счёт более высоких значений капиллярных сил, — препятствует обезвоживанию тканей в относительно засушливые периоды. Поэтому поздняя древесина вносит свой вклад в выполнение не только механической, но и проводящей функции в растущем дереве.

У хвойных пород граница между ранней и поздней древесиной определяется границей между ранними и поздними трахеидами, определяемой по правилу Морка. У лиственных кольцесосудистых пород граница ранней древесины проходит по внешней границе кольца крупных сосудов.

Показателем, характеризующим соотношение ранней и поздней древесины в годичном слое, является процент поздней древесины, рассчитываемый либо для каждого годичного слоя отдельно, либо для участка древесины по формуле

$$\text{ПД} = \frac{\sum \text{ПД}_i}{\sum \text{ШГС}_i} \cdot 100, \quad (4)$$

где ПД — средний процент поздней древесины, %; ПД_i — ширина поздней древесины i -го годичного слоя, мм; ШГС_i — ширина каждого i -го годичного слоя, мм.

Средний процент поздней древесины у разных пород может изменяться в широком диапазоне: от 5–7% у болотной сосны до 80% у белой акации. У большинства нормально растущих деревьев хвойных пород процент поздней древесины составляет 15–30%, у лиственных кольцесосудистых он значительно больше — 60–80%.

Плотность поздней древесины всегда больше плотности ранней древесины (примерно в 2–3 раза). Поэтому, с увеличением содержания поздней древесины происходит увеличение плотности и прочности древесины в целом.

Сердцевинные лучи на макроскопическом уровне представляют собой расположенные в радиальной плоскости как правило узкие полосы или пятна, отличающиеся от окружающей древесины по окраске или блеску, направленные от сердцевины к коре. Чем правильнее будет радиальный разрез, тем длиннее будут эти полосы. На тангенциальном разрезе сердцевинные лучи имеют вид более тёмных вертикальных чёрточек, а на поперечном — радиально расходящихся светлых линий (рис. 18).

Все сердцевинные лучи доходят до коры и продолжают в ней *лубяными лучами*.

Сердцевинные и лубяные лучи имеются в древесине подавляющего большинства древесных пород, но могут выглядеть по-разному, и у многих пород они незаметны.

По *ширине* сердцевинные лучи разделяются на три типа (рис. 18):

- *узкие* (состоящие из 1–4 рядов клеток), обычно незаметные на тангенциальном и поперечном разрезах;
- *широкие*, или *настоящие широкие* (состоящие из 10–30 рядов клеток), хорошо заметные на всех разрезах;
- *агрегатные*, или *ложноширокие*, внешне похожие на широкие, но образованные множеством сближенных (агрегированных) узких сердцевинных лучей.

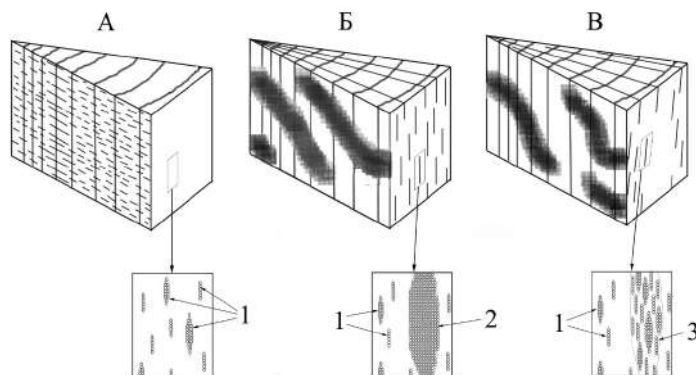


Рис. 18

Сердцевинные лучи различных типов:

А и *1* — узкие; *Б* и *2* — широкие; *В* и *3* — ложноширокие.

Узкие сердцевинные лучи, за редким исключением, обязательно имеются в любой древесине. Узкие сердцевинные лучи могут быть:

- хорошо заметными на радиальном разрезе, если их окраска отличается от окраски окружающей древесины (обычно окрашены в более тёмный цвет) (клён, ильм, бук, черёмуха);
- слегка просматриваться на правильном радиальном разрезе за счёт незначительной разницы в окраске, блеске, строении (почти не отличаются от окружающей древесины) (берёза, груша, липа);
- совершенно незаметными даже на правильном радиальном разрезе (ива, осина, ольха, каштан, дуб, все хвойные породы).

Настоящие широкие сердцевинные лучи всегда хорошо видны на всех разрезах, но встречаются только у некоторых пород (дуб, бук, платан, шелковый дуб и др.). Кроме широких сердцевинных лучей в древесине этих пород обязательно встречаются и узкие сердцевинные лучи, которые могут быть незаметными.

Ложноширокие (агрегатные) сердцевинные лучи образуются при сближении между собой узких сердцевинных лучей. Эти лучи хорошо видны на всех разрезах. На поперечном разрезе они могут изменяться по ширине и даже исчезать к периферии ствола. На радиальном разрезе они образуют характер-

ный рисунок в виде широких, часто изогнутых лент. Встречаются в древесине только некоторых пород: граба, ольхи, лещины.

Сосуды встречаются исключительно в древесине лиственных пород.

У рассеяннососудистых пород крупные сосуды будут заметны в виде достаточно многочисленных и равномерно распределённых по ширине годичного слоя отдельных точек (обычно тёмных) на поперечном разрезе (поверхность разреза должна быть хорошо обработана) и в виде тёмных, равномерно и густо расположенных штрихов на продольных разрезах (рис. 19Б).

У кольцесосудистых пород крупные сосуды сконцентрированы в годичном слое в ранней древесине; поэтому на поперечном разрезе они будут выглядеть в виде сплошного кольца мелких отверстий или белых точек (если они закупорены тиллами), на радиальном — в виде достаточно чётких бороздок, проходящих по границе слоя, а на тангенциальном — образовывать характерный матовый рисунок (рис. 19А).

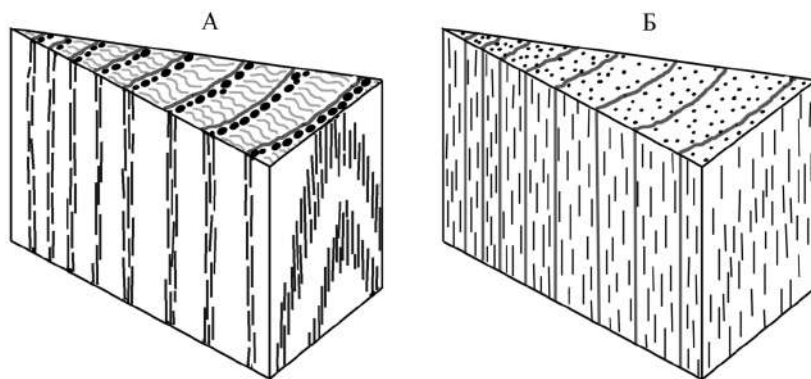


Рис. 19

Типы расположения крупных сосудов в древесине:

А — сосуды сгруппированы в ранней зоне годичного слоя; В — сосуды распределены равномерно по всей ширине годичного слоя.

Смоляные ходы — специфичные элементы строения древесины некоторых хвойных пород. Различают два типа смоляных ходов — горизонтальные и вертикальные.

Горизонтальные смоляные ходы располагаются внутри узких сердцевинных лучей, очень мелкие и незаметные. Если аккуратно, не повреждая древесину, снять кору со свежесрубленного дерева, из горизонтальных смоляных ходов на поверхность древесины выступят очень мелкие капельки смолы.

Вертикальные смоляные ходы могут быть и мелкими и очень крупными (например, у кедра достигают 0,14–0,15 мм в сечении). Вертикальные смоляные ходы выглядят на поперечном разрезе в виде белых или тёмных (на старых срезах) точек, на продольных — в виде штрихов (рис. 20), иногда достаточно больших. В отличие от крупных сосудов у рассеяннососудистых пород, вертикальные смоляные ходы обычно относительно немногочисленные и распределены по древесине достаточно неравномерно.

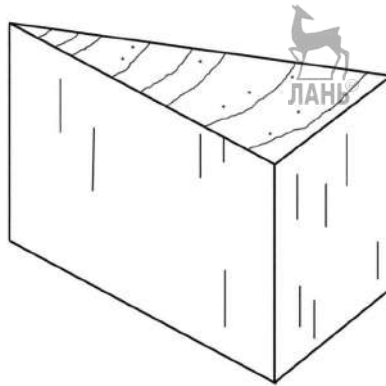


Рис. 20

Вертикальные смоляные ходы в древесине хвойных пород

Заболонь. Спелая древесина. Ядро. Некоторые элементы макроскопического строения, в том числе спелая древесина и ядро, появляются в древесине со временем. Изначально в молодом растении вся древесина состоит из заболони. С возрастом у некоторых пород может происходить образование спелой древесины и ядра. Динамика этого процесса сводится к схеме, показанной на рисунке 21.

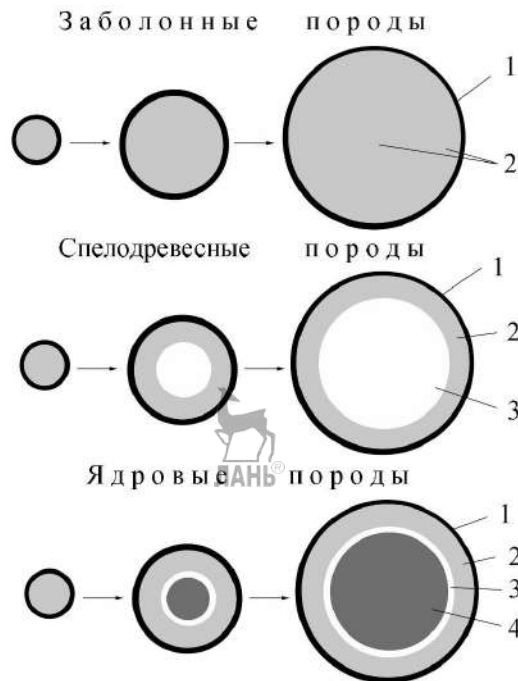


Рис. 21

Схематичная иллюстрация изменения состояния древесины в дереве с возрастом и образования спелой древесины и ядра:

1 — кора; 2 — заболонь; 3 — спелая древесина; 4 — ядро.

Заболонь представляет собой совокупность годичных слоёв, занимающих либо всю толщу древесины, либо наружную зону ствола (рис. 22А; 23А, Б–З). В последнем случае заболонь может включать от 3–4 до нескольких десятков годичных слоёв и иметь ширину от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров.

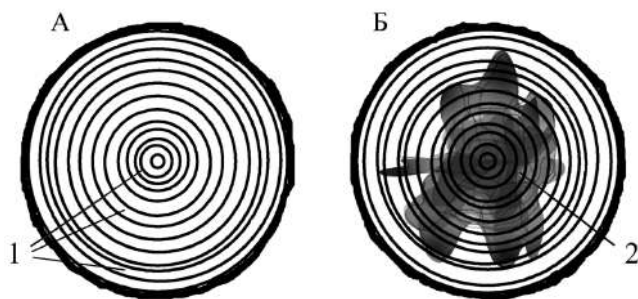


Рис. 22

Заболонные породы (А) и безъядровые породы с ложным ядром (Б), поперечный разрез:
1 — заболонь; 2 — ложное ядро.

Формирование и ширина заболонной древесины связаны с двумя процессами: делением камбиальных клеток и образованием новых годичных слоёв, закупоркой водопроводящих путей и отмиранием живых паренхимных клеток (в древесине ядровых и спелодревесных пород). Первый процесс постоянно увеличивает ширину заболони, второй — уменьшает.

Древесина заболони отличается большей водо- и газопроницаемостью, в свежесрубленных стволах — относительно высокой влажностью. Эта зона содержит некоторое количество живых паренхимных клеток и определяет физиологическое функционирование всего ствола: по заболони происходит проведение воды и растворённых в ней веществ от корней к кроне дерева и в радиальном направлении от коры или к коре; в живых клетках откладываются запасные вещества, в них же могут синтезироваться новые вещества.

Спелая древесина появляется в стволе некоторых пород (ели, пихты, сосны, бука, осины, груши и др.) с возрастом. Спелая древесина возникает в центре ствола, а её развитие происходит постепенно от сердцевины к коре. Спелая древесина представляет собой годичные слои, ранее относившиеся к заболони, в которых произошло отмирание живых паренхимных клеток и закупорка водопроводящих путей.

Эта зона отличается низкой водо- и газопроницаемостью, а в свежесрубленных стволах — обычно пониженной влажностью (рис. 23Б, 2). Спелая древесина не отличается от заболони по окраске (обе зоны могут быть неокрашенными, или окрашенными одинаково), но по свойствам она близка к ядру.

Несмотря на отсутствие разницы в окраске, в свежесрубленной древесине граница спелой древесины и заболони обычно хорошо заметна по резкой разнице во влажности.

Ядро, как и спелая древесина, появляется в стволе некоторых пород (сосны, лиственницы, ивы, ясеня, дуба, черёмухи и др.) с возрастом. Ядро, так же,

как и спелая древесина, развивается от сердцевины к коре, и поэтому находится в центральной части ствола (рис. 23А, 1).

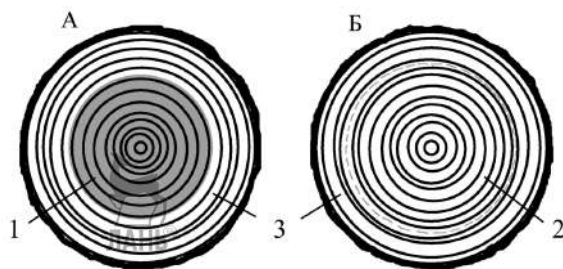


Рис. 23

Ядровые (А) и спелодревесные (Б) породы на поперечном разрезе:

1 — ядро; 2 — спелая древесина; 3 — заболонь.

Древесина ядра отличается от заболони более тёмной окраской, не содержит живых клеток, имеет значительно меньшую водо- и газопроницаемость.

Древесина ядра в растущем дереве далеко не всегда отличается пониженной влажностью; в некоторых случаях влажность древесины ядра даже выше влажности древесины заболони.

Часто древесине ядра приписывают повышенную биостойкость. В растущем дереве биостойкостью обладает как раз не ядро, а заболонь, так как содержит некоторое количество живых клеток, способных к активной защитной реакции. Древесина ядра таких клеток не имеет, и, при проникновении в неё грибов, сопротивления не оказывает. В свежесрубленных несухостойных деревьях очень часто можно увидеть развитие именно ядровых гнилей; это свидетельствует о том, что древесина ядра не обладает биостойкостью.

В срубленной (мертвой) древесине бревён или других лесоматериалов живые паренхимные клетки заболони погибают, но содержащиеся в них запасные питательные вещества, белки, остаются, и за счёт этого заболонь оказывается более привлекательной для развития грибов, чем ядро, не содержащее таких веществ. В результате развитие гнилей в заболони происходит быстрее, чем в ядре.

По наличию ядра, спелой древесины и заболони все породы разделяются на три группы:

- *заболонные* — древесина взрослых растений полностью состоит из заболони (рис. 21, 22);
- *спелодревесные* — породы, у которых имеется и спелая древесина и заболонь (рис. 21, 23);
- *ядровые* — древесина взрослых растений имеет как минимум заболонь и ядро (рис. 21, 23).

Спелодревесные и заболонные породы вместе составляют группу *безъядровых* пород.

Соотношение ядра или спелой древесины и заболони в стволе дерева в течение всей жизни дерева закономерно изменяется (табл. 1). Оно зависит от породы, возраста дерева, условий его произрастания, положения образца по высоте ствола, физиологического состояния дерева.

Таблица 1

**Примерное содержание спелой древесины или ядра в процентах от объёма ствола
у некоторых хвойных пород (Европейская часть России)**

Возраст, лет	Сосна	Ель	Лиственница
60	21	36	60
80	36	44	72
120	41	55	75
160	52	62	80
200	54	63	85

Важное диагностическое значение имеет характер *перехода от заболони к ядру*. Он может быть резким, идущим по границе практически одного-двух слоёв, или постепенным, захватывающим много годовичных слоёв.

По комплексу признаков макроскопического строения древесины все отечественные породы разделяются обычно на три группы: хвойные, лиственные кольцесосудистые и лиственные рассеяннососудистые.

Хвойные породы

У большинства хвойных пород годовичные слои хорошо заметны на всех разрезах благодаря разнице в строении и более или менее резкому переходу поздней древесины одного годовичного слоя в раннюю древесину следующего, а также ранней древесины в позднюю в пределах одного годовичного слоя. Поздняя древесина более тёмная и плотная, по ширине годовичного слоя обычно занимает меньшую долю, чем ранняя. Радиальный разрез гладкий, без бороздок, но с хорошо заметными годовичными слоями. На тангенциальном разрезе поздняя древесина образует более тёмный, гладкий, обычно блестящий рисунок (рис. 24А). Ранняя древесина на всех разрезах более светлая и менее плотная. Сосудов в древесине нет. Сердцевинные лучи всегда узкие, обычно незаметные даже на правильном радиальном разрезе. В древесине некоторых пород имеются смоляные ходы; вертикальные смоляные ходы могут быть хорошо заметны. Встречаются как ядровые, так и безъядровые породы.

Лиственные кольцесосудистые породы

У лиственных кольцесосудистых пород годовичные слои хорошо заметны на всех разрезах благодаря разнице в строении ранней и поздней древесины. Ранняя древесина обычно более узкая. Она состоит, в основном, из крупных сосудов, образующих на поперечном разрезе ствола сплошное кольцо отверстий или белых точек. На радиальном разрезе эти сосуды образуют по границе годовичных слоёв довольно чёткие бороздки. На тангенциальном разрезе рассечённые крупные сосуды ранней зоны образуют матовый, шероховатый, обычно более тёмный рисунок (рис. 24Б) (у некоторых пород матовый рисунок может быть светлее из-за светлой окраски тилл в сосудах). Поздняя древесина, за исключением очень узких годовичных слоёв, широкая. В поздней древесине мелкие сосуды и паренхимные клетки образуют на поперечном разрезе характерный для каждой породы рисунок из белых точек и линий (рис. 24Б). Все породы ядровые. У некоторых пород хорошо видны сердцевинные лучи. Смоляных ходов нет.

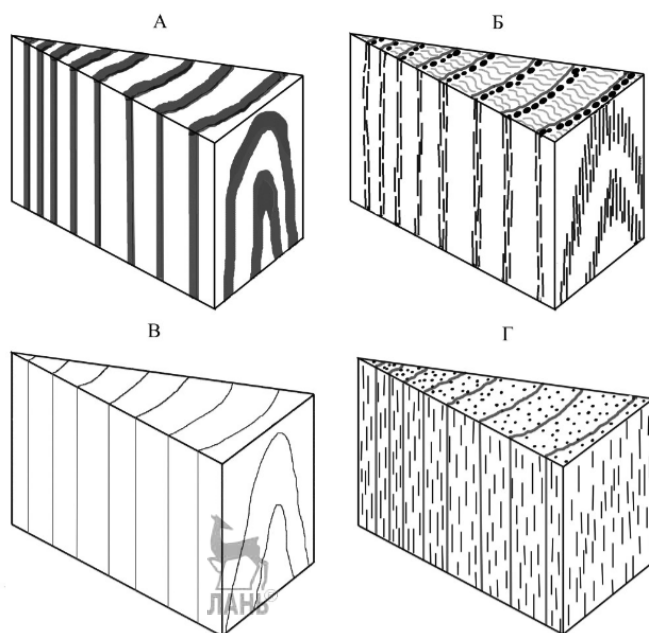


Рис. 24

Схематичный общий вид древесины различных групп:

A — хвойной; *B* — лиственной кольцесосудистой; *B* и *Г* — лиственной рассеяннососудистой породы с мелкими и крупными сосудами.

Лиственные рассеяннососудистые породы

У лиственных рассеяннососудистых пород годовичные слои в большинстве случаев заметны плохо. Ранняя и поздняя древесина мало отличаются по своему строению. Сосуды обычно мелкие, незаметные. Если сосуды крупные — они более или менее равномерно распределены по всей ширине годовичного слоя. На тангенциальном разрезе тёмный рисунок отсутствует, или образован узкой окрашенной линией, идущей по границе годовичного слоя (рис. 24*B* и *Г*). Радиальный разрез гладкий, без бороздок по границе годовичного слоя, обычно с плохо заметными годовичными слоями. У некоторых пород хорошо видны сердцевинные лучи. Встречаются как ядровые, так и безъядровые породы; для некоторых безъядровых пород характерно наличие ложного ядра. Смоляных ходов нет.

1.4.2. Текстура древесины

Текстурой называются особенности строения твёрдого вещества, обусловленные характером расположения его составных частей. *Текстура древесины* — это рисунок, образующийся совокупностью видимых элементов макро- и микроскопического строения древесины на различных разрезах.

На текстуру древесины влияют: различия в строении и окраске ранней и поздней древесины, ширина и чёткость годовичных слоёв, различные отклонения в направлении волокон, наличие или отсутствие крупных сосудов, окраска и размер сердцевинных лучей, наличие некоторых пороков (сучков, глазков, прожилок и т. п.), направление разреза и т. д.

Текстура древесины является важным показателем при использовании древесины в качестве отделочного и декоративного материала.

Текстура древесины обладает анизотропией. Изменение направления разреза может приводить к значительному изменению текстуры. Некоторые виды текстуры, например, текстура свилеватой древесины, возникают за счёт изменения направления волокон (и, следовательно, вида разреза) на локальном участке древесины.

Изменение текстуры может быть вызвано и изменением фактуры древесины. Фактура — это характер поверхности: её рельефность, гладкость или шероховатость. Поэтому на текстуру может повлиять и качество обработки поверхности древесины.

Текстура древесины может изменяться со временем, становясь более грубой за счёт частичной поверхностной деструкции менее плотных участков годовичных слоёв. Специальные технологии поверхностной обработки позволяют имитировать грубую текстуру «старой» древесины.

Текстура древесины обычно описывается словесно.

Бедную или однородную текстуру имеет древесина с практически незаметными, плохо выраженными элементами строения (например, осина). Тонкая или мелкослойная текстура характерна для пород с узкими слоями или мелкими, плохо заметными элементами строения (например, самшит). При наличии хорошо заметных широких слоёв текстура называется широкослойной или крупнослойной. Если годовичные слои образуют хорошо заметные параллельные полосы, текстуру называют строгой или полосчатой (хвойные породы на радиальном разрезе). На тангенциальном разрезе выраженные годовичные слои могут образовывать эллипсовидную или параболовидную текстуру. Если слои древесины имеют слои с небольшой разницей между ранней и поздней древесиной, то текстуру называют равномернослойной (многие рассеяннососудистые породы).

При наличии большого количества видимых элементов или отклонений в строении образуется богатая, красивая текстура.

Древесина наростов на стволах деревьев различных пород обычно обладает красивой волнистой или свилеватой текстурой, даже если древесина ствольной части имеет очень простую текстуру. Такую же текстуру может иметь древесина стволов в зонах образования извилистых волокон. У карельской берёзы на продольных разрезах древесина имеет красивую специфичную свилеватую с прожилками текстуру.

Древесина с выраженным отклонением направления годовичных слоёв образует текстуру с перовидным рисунком, с разветвляющимся рисунком, с рисунком в виде завихрений, пламеобразную, перистую текстуру. При наличии разноокрашенных зон с тёмными узкими полосками текстура называется мраморной.

Наличие отличающихся по окраске и густоте пятен разного размера характерно для крапчатой, пятнистой или пёстрой текстуры.

Крупные сгруппированные сосуды кольцесосудистых пород образуют грубую текстуру с шероховатой поверхностью (дуб).

Широкие сердцевинные лучи образуют на радиальном разрезе зеркальную текстуру (дуб, бук, платан, шелковый дуб).

Локальные отклонения в направлении волокон образуют жемчужевидную текстуру, текстуру в виде капель дождя; многочисленные спящие почки на тангенциальном разрезе образуют в древесине текстуру «птичий глаз». Очень часто красивая текстура образуется при поражении древесины гнилями.

Существуют методы искусственного усложнения и обогащения текстуры, например, изготовление строганого шпона дугообразного профиля с последующим прессованием.

Искусственное изменение текстуры может происходить при некоторых способах модификации древесины.

Использование технологии лущения, окрашивания, склеивания и повторного строгания позволяет получать шпон с контролируемыми параметрами текстуры.

Имитация той или иной текстуры древесины широко используется во многих плёночных недревесных отделочных материалах.

1.4.3. Макроскопическое строение коры

Кора взрослого дерева (вторичная кора) может включать в себя вторичную флоэму (луб), перидерму и корку (ритидом) (рис. 25).

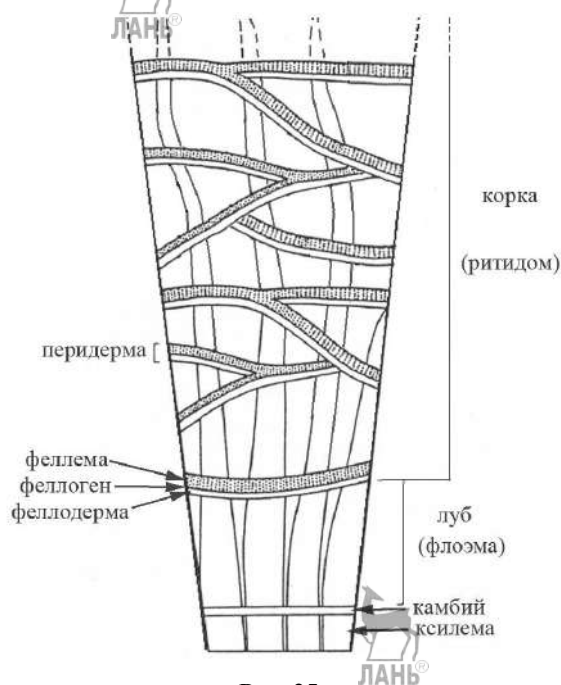


Рис. 25

Кора зрелого древесного растения

Луб — внутренняя часть коры, содержащая большое количество живых клеток. Луб образуется клетками камбия и откладывается наружу в виде более или менее заметных слоёв. Он выполняет проводящую, запасную и, отчасти, механическую функцию.

По строению и функциям лубяной слой неоднороден. Наибольшую влажность и большее содержание живых клеток имеет расположенный после

камбия тонкий слой *проводящего луба*. Этот слой образуется молодыми клетками текущего года; входящие в его состав ситовидные элементы обеспечивают нисходящий ток продуктов фотосинтеза по стволу дерева. Со временем (обычно уже на следующий год) проводящие элементы луба отмирают и сдавливаются, составляя вместе с другими клетками луба довольно толстый слой *непроводящего луба*. Ещё большие изменения происходят при дальнейшем росте дерева: живые паренхимные клетки лубяных лучей и тяжевой лубяной паренхимы интенсивно делятся и формируют обширный наружный слой *дилатационного луба*.

На молодых побегах, а у многих пород и на стволах взрослых деревьев (берёзы, черёмухи, ольхи серой, осины, граба, бука, пихты и др.) луб снаружи ограничивается только *перидермой*. Такие древесные растения (или их части) отличаются тонкой гладкой корой. Перидерма включает *феллему*, или пробку, защищающую ткани от потери воды, *феллоген* и *феллодерму*. Феллоген — пробковый камбий, обеспечивает нарастание перидермы в толщину.

Часто перидерма сохраняется только в верхней части ствола и в ветвях, а в нижней части, у основания дерева, перидерма сменяется коркой (ритидомом). Корка образуется и имеет слоистое строение за счёт постоянного образования новых прослоек перидермы в лубе. Отсекаемые новыми слоями перидермы участки луба со временем отмирают и образуют новые слои корки. Отмершие клетки корки не могут делиться или растягиваться; в результате, по мере роста дерева, увеличения его диаметра и толщины корки в ней образуются трещины.

Корка — это наружная отмершая часть коры, состоящая в основном из пробковых клеток, содержащих суберин. Корка предохраняет живые ткани луба, прикамбиальной зоны и древесины от высыхания, резких колебаний температуры, проникновения грибных и бактериальных инфекций; толстая плотная корка может предохранять ствол и от механических повреждений.

Таким образом, толщина коры определяется не только деятельностью камбия, но и интенсивным делением паренхимных клеток в дилатационной зоне луба, и деятельностью феллогена, образующего новые слои перидермы.

Соотношение луба и корки (или перидермы) различное у разных древесных пород, но может сильно различаться и у разных деревьев одной породы или даже в пределах одного дерева.

1.5. Морфология дерева

В дереве различают три части: *крону*, составляющую 5–45%, *ствол* — 55–90% и *корни* — 10–30% сухой фитомассы (рис. 26). Несмотря на то что основная доля древесины приходится на ствол, использование остальных частей дерева может дать дополнительный источник древесного сырья и способствовать повышению продуктивности лесов.

Все части дерева тесно функционально взаимосвязаны и оказывают влияние друг на друга.

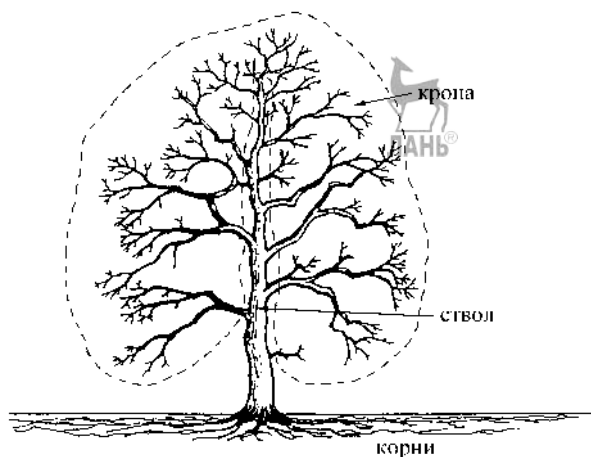


Рис. 26
Части дерева

Крона — это совокупность живых и мёртвых ветвей с листьями или хвоей. Крона оказывает непосредственное влияние на формирование и качество древесины ствола. В кроне протекает процесс фотосинтеза и образования веществ, необходимых для создания и роста всех частей дерева. Транспирация кроны влияет на влажность древесины ствола дерева; размеры и форма кроны — на механику дерева и некоторые особенности строения древесины. Характер отмирания кроны определяет процессы образования ядра в древесине ствола и ряд качественных показателей стволовой древесины, и т. д.

Крона характеризуется следующими показателями: структурой, размерами, формой, проекцией и ещё целым рядом количественных показателей (вес кроны, количество ветвей и их распределение, площадь основания ветвей, угол прикрепления ветвей).

Структура кроны (рис. 27). Крона состоит из живой и мёртвой частей. Мёртвая часть, включающая отмершие ветви, обычно сосредоточена в нижней части кроны, живая — в верхней. Однако имеется зона перекрытия, в которой встречаются как живые, так и мёртвые ветви (сучья). В зависимости от различных условий положение по высоте ствола и размер зоны перекрытия могут значительно меняться. Структура кроны определяется сочетанием процесса образования новых ветвей и процесса отмирания ветвей и очищения ствола от сучьев.

Размеры кроны очень сильно варьируют в зависимости от возраста дерева, породы, положения дерева в насаждении, конкуренции с соседними деревьями, условий произрастания, сомкнутости насаждения и т. д. Размеры кроны, при равной плотности кроны, во многом определяют потенциально возможное количество веществ, образующихся при фотосинтезе, а следовательно, и количество древесины, образующейся в стволе.

Форма кроны специфична для каждой древесной породы и связана со многими показателями древесины (рис. 28). Так, пихты имеют значительно более узкую крону, чем ели. Многие акации (*Acacia* sp.), произрастающие в африканских саваннах, образуют плоскую зонтиковидную крону. Ива ломкая может

образовывать шаровидную шатрообразную крону с густым расположением листьев по поверхности кроны и практически полным их отсутствием внутри.

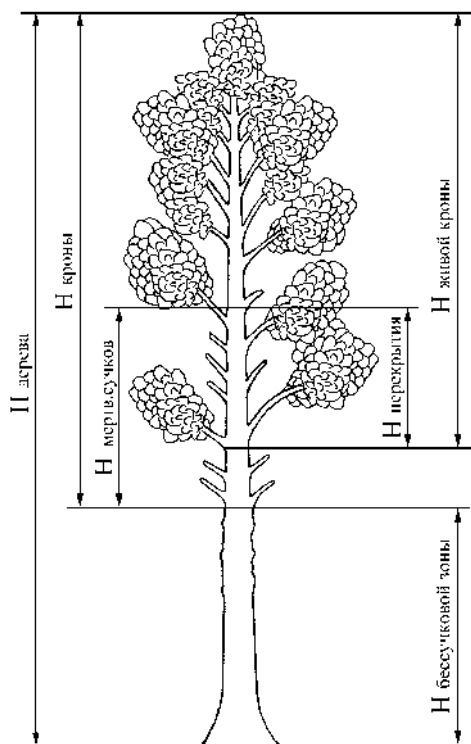


Рис. 27
Структура кроны дерева

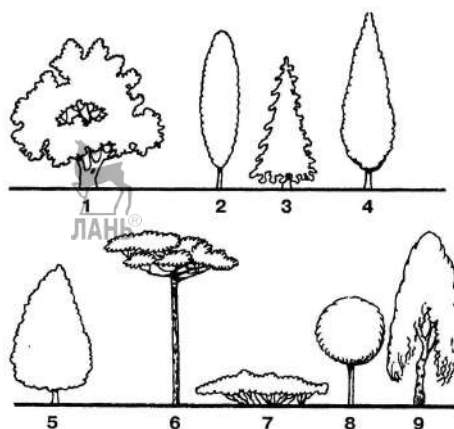


Рис. 28
Некоторые виды формы кроны деревьев:
1 — раскидистая (дуб, вяз); 2 — овальная (тополь берлинский); 3 — пирамидальная конусовидная (ель); 4 — пирамидальная веретенообразная (кипарис); 5 — яйцевидная (липа); 6 — зонтичная (акация, некоторые виды сосен); 7 — стелющаяся (сосна горная, берёза карликовая); 8 — шаровидная (яблоня); 9 — плакучая (ива белая, берёза).

Количество ветвей (сучьев) имеет не только большое биологическое, но и огромное практическое значение при использовании древесины ствола. Количество ветвей влияет и на форму кроны. Сучковатость ствола будет рассмотрена ниже при характеристике стволовой древесины.

Площадь основания ветвей (сучьев) зависит от интенсивности прироста древесины ветвей, продолжительности жизни ветви и угла их прикрепления. Площадь основания ветвей является важным показателем при обрезке ветвей, которая может производиться либо с целью улучшения качества формируемой древесины в процессе роста дерева, либо в процессе заготовки древесины.

Угол прикрепления ветвей (сучьев) — это угол, под которым воображаемая ось ветви отходит от воображаемой оси ствола (рис. 29). От угла прикреп-

ления ветвей и сучьев зависит форма кроны. Угол прикрепления ветвей и сучьев имеет значение при подборе и использовании инструмента для обрезки сучьев, и оказывает большое влияние на качество древесины и изделий из неё. При маленьких значениях угла прикрепления ветви (рис. 29А) сучок пронизывает ствол на значительном протяжении. Крайней формой этого случая является *насынок* — отставшая в росте или отмершая вторая вершина, пронизывающая ствол под острым углом к продольной оси на значительном протяжении. При значениях угла α близких к 90° (рис. 29Б) древесина ствола пронизана сучком на наименьшем по длине участке.

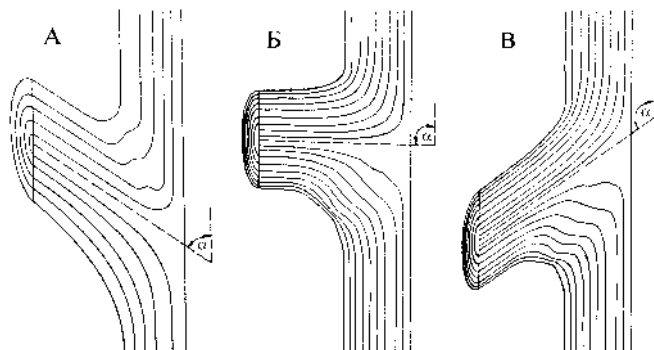


Рис. 29

Различные углы прикрепления ветвей к стволу:

А — острый; Б — близкий к прямому; В — тупой.

Угол прикрепления ветвей закономерно изменяется по высоте кроны и в течение жизни дерева. Изменение угла прикрепления ветвей позволяет дереву увеличить протяжённость фотосинтезирующей части кроны и эффективнее использовать солнечную энергию. Так, у деревьев ели или липы с хорошо развитой кроной на вершине ветви отходят от ствола под острым углом, в средней части — под углом, близким к 90° , а в нижней части — под тупым углом.

В среднем угол прикрепления ветвей у берёзы составляет 30° , осины 50° , сосны 90° , ели 120° .

Ствол дерева состоит из следующих элементов: коры, включающей корку и луб, камбия, древесины (которая может включать заболонь, спелую древесину и ядро) и сердцевины (рис. 30).

В растущем дереве ствол выполняет множественную функцию. Прежде всего, по древесине ствола происходит проведение воды и растворённых в ней веществ от корней в крону. Удерживая крону на значительной высоте, ствол выполняет механическую функцию. По тканям луба в коре происходит перемещение из кроны вниз по стволу продуктов фотосинтеза, которые в живых клетках луба и древесины откладываются в виде запасных веществ.

Ствол характеризуется следующими показателями: размерами и формой, массой, сучковатостью и степенью очищенности от сучьев, наличием и степенью развития ядра и ядровой гнили, наличием специфических пороков древесины: наклона волокон, реактивной древесины, косослоя и других, долей коры, её структурой и распределением по стволу.

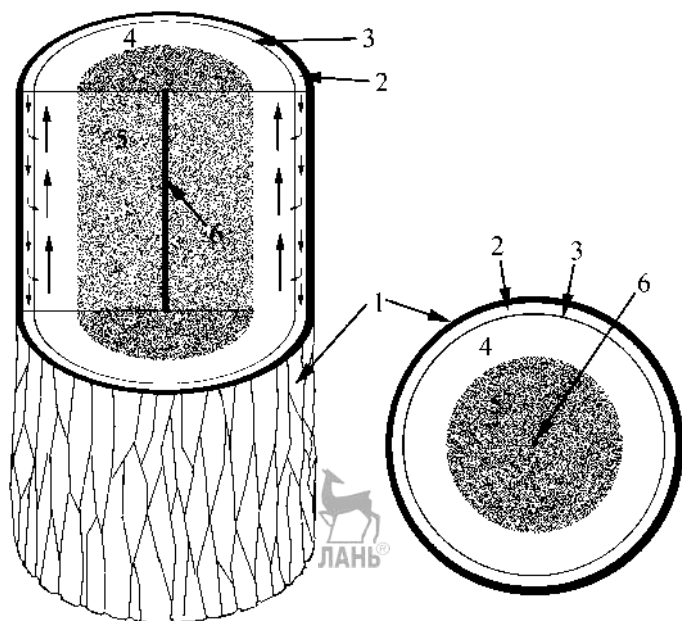


Рис. 30

Элементы ствола на поперечном и радиальном разрезах:

1 — корка; 2 — луб; 3 — камбий; 4 — заболонь; 5 — ядро или спелая древесина (у ядровых и спелодревесных пород); 6 — сердцевина. Стрелками в заболони показано направление восходящего тока воды и растворённых веществ в крону дерева; стрелками в лубе показано направление нисходящего тока продуктов фотосинтеза из кроны.

Размеры и форма ствола в полном объёме рассматриваются таксацией. Размеры и форма ствола определяются сочетанием прироста в высоту и радиального прироста в каждой точке по высоте и периметру сечения ствола.

Сучковатость ствола и степень очищенности его от сучьев во многих случаях определяют качество древесины. Как порок древесины сучок — это часть ветви, заключённая в древесине ствола.

Живая ветвь в древесине ствола образует *сросшийся сучок*, поскольку камбий ветви образует с камбием ствола единую непрерывную поверхность и откладывают из года в год единый слой древесины.

С отмиранием ветви её камбий отмирает и не образует новые слои древесины, тогда как камбий ствола продолжает свою работу, и древесина ствола постепенно охватывает отмершую ветвь (рис. 31). При этом отсутствует срастание древесины сучка с окружающей древесиной ствола — образуются *частично сросшиеся или несросшиеся сучки*.

Живые или отмершие ветви образуют на поверхности ствола *открытые сучки*. Со временем отмершие ветви обламываются, образуя торчок, или сразу полностью опадают. Основания опавших сучков постепенно зарастают и оказываются включёнными внутрь ствола, образуя в древесине ствола *заросшие сучки* (рис. 30).

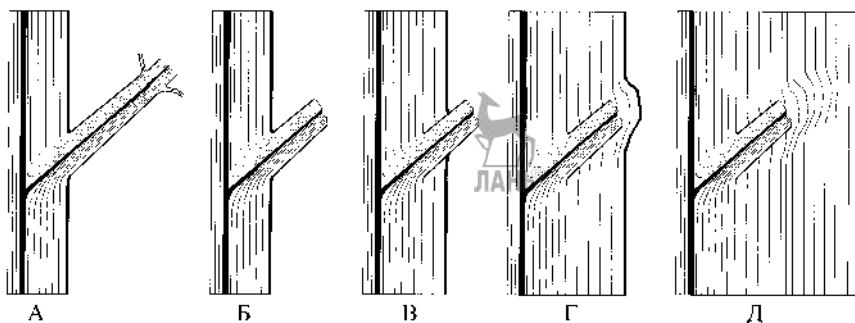


Рис. 31

Схема процесса отмирания ветви и зарастания сучка:

А — живая ветвь; *Б* — отмершая и опавшая ветвь; *В* — начало зарастания сучка; *Г* — полное зарастание сучка с вздутием, прикрывающим сучок; *Д* — сглаживание поверхности ствола над заросшим сучком.

На поверхности ствола над заросшими сучками образуются вздутия, раневые пятна и бровки (рис. 32).

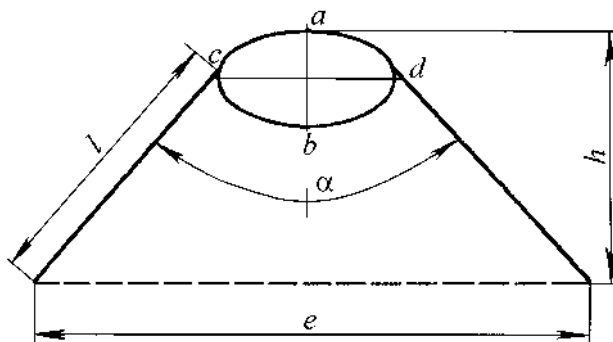


Рис. 32

Элементы раневого пятна и бровки:

ab — высота раневого пятна; *cd* — ширина раневого пятна; *h* — высота бровок; *e* — ширина бровок; *l* — длина уса бровки; α — угол между усами бровки.

Через отмершие сучки происходит поступление воздуха во внутренние части ствола, и связанное с этим образование ядра. Древесина отмерших сучков может поражаться дереворазрушающими грибами и загнивать.

В зависимости от наличия сучков и степени их срастания с окружающей древесиной в стволах выделяются три зоны. Зона со сросшимися сучками формируется живыми ветвями дерева (или в период, когда ветви были живыми). Зона с несросшимися сучками формируется после отмирания ветвей до их опадения. Наиболее ценная зона бессучковой древесины формируется после опадения мёртвых сучков.

Сучковатость стволов различных пород неодинакова. Различают два типа сучковатости — «еловый» (с медленным очищением ствола от сучьев) и «сосновый» (с быстрым очищением) (рис. 33).

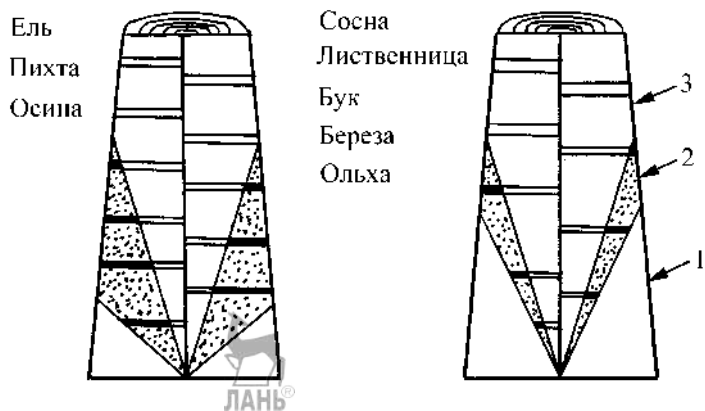


Рис. 33

Типы сучковатости стволов древесных пород:

1 — зона бессучковой древесины; 2 — зона с несросшимися сучками; 3 — зона со сросшимися сучками.

У ели, пихты мёртвые сучки могут сохраняться на стволе до 150–170 лет, поэтому бессучковая зона обычно небольшая, а зона с несросшимися сучками очень протяжённая. У сосны, лиственницы и других светолюбивых пород происходит быстрое отмирание ветвей и опадение мёртвых сучков; в результате образуется протяжённая зона бессучковой древесины и небольшая зона с несросшимися сучками (рис. 33).

Следует понимать, что очищение ствола от сучьев зависит не только от породы, но и от условий роста дерева. Сосна, растущая на открытом месте, будет иметь протяжённую крону, небольшую зону бессучковой древесины и протяжённую зону со сросшимися сучками. Наоборот, у ели, растущей в густом насаждении, очищение ствола от сучьев может происходить быстрее.

С целью увеличения зоны бессучковой древесины, у любой породы может быть проведена искусственная обрезка нижних ветвей до определённой высоты ствола, что приведёт к повышению качества образующейся после этого древесины.

Количество сучков в древесине стволов может быть различным как у разных пород, так и у разных деревьев одной породы, и напрямую связано с качеством древесины.

Корни выполняют механическую функцию, обеспечивая вертикальное положение ствола с кроной; поглощают воду и растворённые в ней вещества из почвы и подают их в ствол, обеспечивая проводящую функцию; в корнях происходит синтез различных веществ. Обязательным условием нормального функционирования корней является их дыхание.

В процессе роста дерева корни большинства пород значительно распространяются в горизонтальном направлении при относительно небольшом проникновении вглубь (рис. 34), хотя у разных пород глубина проникновения корней может быть разной.

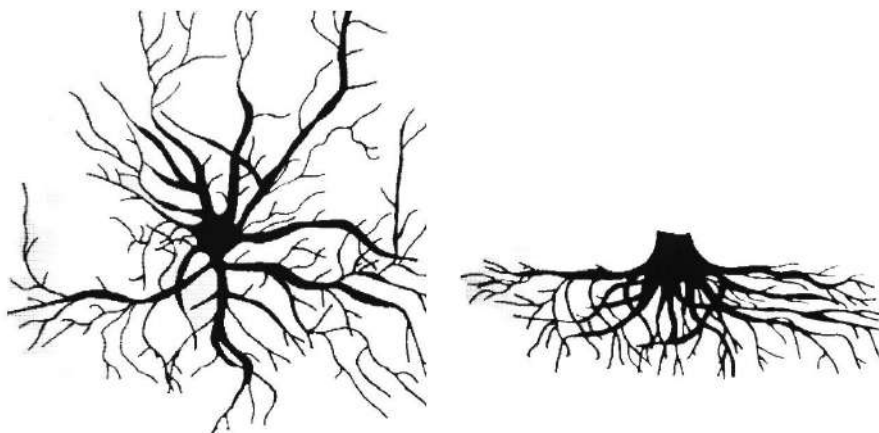


Рис. 34

Схема корневой системы дерева в вертикальной и горизонтальной проекции

Глубина проникновения корней сильно зависит от почвенно-гидрологических условий. При недостаточной обеспеченности влагой корни могут проникать на очень большую глубину до почвенного горизонта с достаточными запасами влаги.

У деревьев различают основной (стержневой) корень, корни первого порядка, второго порядка и т. д. По направлению различают стержневой (вертикальный) корень и горизонтальные корни. Якорные корни проникают на значительную глубину и выполняют механическую функцию. Большая часть корней выполняет механическую и проводящую функции. Всасывающую функцию выполняют только сверхтонкие корневые волоски, расположенные исключительно на тонких корневых окончаниях. По толщине корни могут быть скелетными, полускелетными и тонкими.

Древесина корней существенно отличается по своему строению и свойствам от древесины ствола.



2. ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСИНЫ

Под физическими свойствами древесины понимаются свойства, изучение которых не вызывает изменений её химического состава или механического разрушения. К физическим свойствам относятся: оптические, электрические, тепловые, акустические свойства, влажность, усушка и разбухание, плотность.

2.1. Древесина как трёхфазная система

При положительных температурах, вещества, составляющие древесину, могут находиться в трёх фазах (агрегатных состояниях): твёрдой, жидкой и газообразной. Твёрдую фазу представляет древесинное вещество, образующее оболочки клеток; жидкую — вода в клеточных оболочках и полостях клеток, газообразную — воздух в полостях клеток.

При любой влажности в диапазоне $0 < W < W_{\max}$ древесина является трёхфазной системой — в ней находится и древесинное вещество, и вода, и воздух. Только в двух точках — в абсолютно сухом состоянии и при максимальной влажности, — древесина превращается в двухфазную систему.

Поскольку вещества, находящиеся в древесине в разных фазах обладают резко различающимися физическими свойствами, показатели свойств древесины в целом будут определяться соотношением объёмов веществ в разных фазовых состояниях, присутствующих в древесине на данный момент. Изменение их соотношения вызовет значительные изменения свойств всей системы (образца древесины).

У пород с различным содержанием древесинного вещества в единице объёма соотношение разных фаз в абсолютном выражении будет различным.

2.2. Оптические свойства древесины

Оптические свойства — это свойства, определяющие внешний вид древесины. Наиболее важными показателями оптических свойств для древесины являются цвет и блеск.

Цвет древесины — это определённые зрительные ощущения, зависящие от спектрального состава отражённого или пропущенного светового потока.

В соответствии с международной системой измерения цвета каждый хроматический цвет несветящихся тел характеризуется тремя колориметрическими величинами:

- *цветовым тоном λ* ;
- *чистотой цвета P* ;
- *светлотой (коэффициентом отражения, относительной яркостью).*

Цветовой тон хроматического цвета — это длина волны такого монохроматического излучения, смешение которого в определённой пропорции с белым обеспечивает получение цвета, тождественного в визуальном отношении

данному. Значение цветового тона не позволяет судить о спектральном составе излучения, а говорит лишь о том, к какому из основных цветов относится данный цвет. Древесина обычно отражает излучения с λ , соответствующим тёплым тонам (жёлтые, коричневые и др.).

Чистота цвета — это колориметрическая величина, показывающая степень выражения цветового тона в данном цвете (степень разбавленности спектрального цвета белым цветом).

Наибольшей чистотой обладают монохроматические цвета (чистый спектральный цвет имеет $P = 100\%$); ахроматические цвета имеют чистоту, равную нулю (белый цвет имеет $P = 0\%$).

Светлота определяется отношением яркостью отражённого светового потока к яркости падающего на тело светового потока.

Светлота белых поверхностей равна 1, светлота чёрных — 0.

Существуют различные методы определения цвета несветящихся тел: расчётным путём по кривым спектрального отражения или пропускания света; с помощью колориметрических приборов; с помощью атласов цветов.

Расчётный метод в колориметрии является одним из наиболее распространённых и наиболее точных. Этот метод сводится к определению координат цвета интегральным методом или методом избранных ординат. При необходимости можно переходить от координат цвета к характеристикам λ , P и L . Точность расчёта координат цвета определяется только точностью измерений спектрального коэффициента отражения или пропускания, производимых с помощью спектрофотометров или спектроколориметров.

Координаты цвета — количества трёх линейно независимых цветов, оптическое смешение которых обеспечивает получение данного цвета. В соответствии с правилами международной комиссии по освещению (МКО) в качестве этих линейно независимых цветов приняты следующие монохроматические излучения: красный R ($\lambda = 700$ нм), зелёный G ($\lambda = 546,1$ нм) и синий B ($\lambda = 435,8$ нм). Координаты цвета в системе RGB — это такие количества единичных цветов, обозначаемые как \bar{r} , \bar{g} , \bar{b} , при оптическом смешении которых получается цвет, визуально тождественный данному цвету.

Приборные методы производят непосредственные измерения цвета. Для определения цвета используются колориметры и компараторы; в зависимости от принципа регистрации излучения они могут быть визуальными или фотоэлектрическими с приёмниками излучения в виде фотоэлементов.

Атласы цветов представляют собой упорядоченные наборы цветовых образцов; прикладыванием цветовых образцов к древесине подбирается образец, визуально полностью соответствующий цвету данного образца древесины. Для каждого цветового образца указаны значения трёх величин, характеризующих его цвет. Наиболее известны: атлас цветов Манселла, атлас цветов Рихтера, АЦ-450, АЦ-1000.

Цвет древесины изменяется в очень большом диапазоне от почти белого (осина, ель) до почти чёрного (чёрное дерево).

Цветовые характеристики древесины наших обычных пород обычно находятся в следующих пределах:

$$\Lambda = 0,578-0,581 \text{ мкм};$$

$$P = 30-60\%;$$

$$L = 0,2-0,7.$$

Основным фактором, влияющим на цвет древесины, является состав и количество экстрактивных веществ. Именно они придают древесине различных пород красные, жёлтые, зеленоватые, фиолетовые, коричневые, чёрные и другие оттенки.

Цвет древесины может сильно меняться со временем. Цвет свежесрубленной древесины на срезе при контакте с воздухом как правило сразу сильно изменяется. Процесс изменения окраски может идти очень быстро или очень медленно. Так, свежесрубленная древесина ольхи имеет практически белый цвет, но на воздухе быстро приобретает интенсивную жёлто-красную окраску, поверхность древесины берёзы становится жёлтой, ядровая древесина тополя — коричневая с зеленоватым оттенком. Древесина лиственницы в различных строениях после многих десятилетий эксплуатации приобретает почти чёрную окраску.

Поверхность древесины сухостойных деревьев со временем становится сероватой или серебристой.

Затонувшая древесина дуба со временем приобретает красивую иссиня-чёрную окраску и называется мореным дубом.

Цвет сухой и влажной древесины значительно различаются.

Поскольку цвет древесины определяется в первую очередь экстрактивными веществами, которые находятся в полостях клеток, можно легко производить искусственное окрашивание древесины. При этом окрашивание древесины обычных пород позволяет имитировать древесину дорогих, редких пород, обладающую красивым цветом или текстурой.

Блеск древесины — это способность древесины направленно отражать световой поток.

Отражение света может быть зеркальным, диффузным или смешанным. Блеск — это характеристика поверхности, показывающая соотношение между интенсивностью зеркально отражённого и диффузного света.

Зеркальное отражение происходит на гладких поверхностях; световой поток при этом падает и отражается под одним углом.

При диффузном отражении световой поток отражается под углом, отличающимся от угла падения.

Блеск древесины можно измерить специальными приборами, например, фотоэлектрическим блескомером ФБ-2.

Блеск древесины обладает анизотропией — поперечные разрезы древесины не образуют оптически гладкую поверхность и поэтому обычно не обладают блеском. На продольных разрезах гладкая поверхность выстилающих полость клетки внутренних слоёв клеточной оболочки или экстрактивных веществ на её поверхности может придавать блеск многим клеткам и элементам (таким как сердцевинные лучи) древесины.

2.3. Акустические (звуковые) свойства древесины

Звук представляет собой механические колебания, волнообразно распространяющиеся в упругих средах.

К звуковым свойствам древесины относятся звукопроводность, звукоизолирующая и звукопоглощающая способность, резонансные свойства.

Звукопроводность характеризуется скоростью распространения звука, акустическим сопротивлением, логарифмическим декрементом колебаний.

Скорость распространения звука C может определяться разными способами. Прямой способ предполагает измерение времени распространения упругой продольной волны по длине образца и расчёт скорости звука по формуле:

$$C = \frac{l}{\tau}, \quad (5)$$

где C — скорость звука, м/с; l — длина образца (расстояние между датчиками), м; τ — время распространения упругой волны, с.

Скорости распространения звука в комнатно сухой древесине некоторых пород и других материалах и средах приведены в таблице 2.

Таблица 2

Скорость распространения звука в древесине и некоторых материалах

Вид среды, материала или древесины	Скорость звука в зависимости от направления, м/с		
	вдоль волокон	радиальное направление	тангенциальное направление
Лиственница	4930		
Сосна	5000–5360	1450	850
Ель	5630		
Дуб	4200–4720	1660	1400
Ясень	4730		
Берёза	5530		
Алмаз	18 350		
Сталь	5000–5050		
Стекло	5000		
Бетон	4250–5250		
Кирпич	3600		
Свинец	1200		
Пробка	430–530		
Каучук	30		
Лёд	3980		
Вода	1450–1500		
Пары воды	405		
Воздух	330–340		

Скорость звука обладает ярко выраженной анизотропией: поперёк волокон она примерно в 3–4 раза меньше, чем вдоль волокон, причем в радиальном направлении несколько выше, чем в тангенциальном (табл. 3).

Таблица 3

Скорость звука в различных направлениях во влажной древесине некоторых пород

Порода	Скорость звука в различных направлениях, м/с		
	вдоль волокон	радиальное	тангенциальное
Ольха	4456,2	1312,0	971,5
Рябина	4387,4	1600,7	1243,8
Черёмуха	4161,9	1468,2	1067,4
Вяз	3883,9	1616,8	1387,7
Ясень	3863,6	1731,4	1539,3
Дуб	3502,3	1787,2	1522,2
Клён	3872,9	1815,8	1474,8
Ива	3446,9	1143,0	950,5
Осина	4719,7	1404,8	903,1
Берёза	4619,0	1239,9	1105,0

Удельное акустическое сопротивление может быть рассчитано по плотности и скорости звука:

$$R = \rho \cdot C, \quad (6)$$

где R — удельное акустическое сопротивление, Па·с/м; ρ — плотность древесины, кг/м³; C — скорость звука в древесине, м/с.

Акустическое сопротивление имеет большое значение при оценке звукоизоляционных свойств.

Звукоизолирующая способность древесины характеризуется ослаблением интенсивности прошедшего через неё звука. Оценивается по разнице уровней звукового давления (децибелы) до и после перегородки из древесины и по коэффициенту звукопроницаемости (относительное уменьшение силы звука) (табл. 4).

Таблица 4

Характеристики звукоизолирующей способности древесины

Порода	Толщина перегородки, см	Звукоизоляция, дБ	Коэффициент звукопроницаемости
сосна	3	12	0,065
дуб	4,5	27	0,002

По строительным нормам звукоизоляция стен должна быть не ниже 40 дБ, а межэтажных перекрытий — 48 дБ.

Звукопоглощающая способность древесины связана с рассеянием звуковой энергии в полостях древесины и с необратимыми тепловыми потерями вследствие внутреннего трения.

Характеристика звукопоглощающей способности — коэффициент звукопоглощения, равный отношению звуковой энергии, теряемой в материале, к энергии плоской падающей волны. Коэффициент звукопоглощения перегородки толщиной 19 мм из древесины сосны в диапазоне частот 100–4000 Гц составляет 0,081–0,110.

Резонансная способность древесины — это способность древесины резонировать, т. е. усиливать звук без искажения его высоты (тона).

Резонансная способность имеет большое практическое значение при использовании древесины для отделки акустических залов (улучшение акустики) и изготовления музыкальных инструментов.

Показателем резонансной способности древесины является акустическая константа (константа излучения):

$$K = \sqrt{\frac{E}{\rho^3}}, \quad (7)$$

где K — акустическая константа, $\text{м}^4/\text{кг} \cdot \text{с}$; E — модуль упругости, Па; ρ — плотность древесины, $\text{кг}/\text{м}^3$.

У пород, обладающих хорошими резонансными свойствами (ель, кедр, пихта), акустическая константа должна быть ≥ 12 .

Предварительный отбор резонансной древесины можно производить в лесу. Резонансная древесина может образовываться только у ели и только в деревьях, имеющих достаточно симметричную крону, диаметр ствола более 30 см, с ровной поверхностью стволов, без каких-либо желваков над заросшими сучками, без подтёков смолы, проростей, морозных трещин; сучки не должны располагаться очень близко друг от друга по высоте ствола.

При подборе заготовленной древесины следует оценивать следующие показатели макроскопического строения: древесина должна быть равнослойной (неравнослойная древесина резонансной способностью обладать не будет); ширина годичных слоёв должна быть от 1 до 4 мм; содержание поздней древесины должно быть менее 30%; переход от ранней древесины к поздней должен быть достаточно резким; на участках резонансной древесины не должно быть пороков — крени, наклона волокон, сучков и др.

При заготовке резонансной древесины круглые резонансные кряжи распиливаются на радиальные доски с годичными слоями, выходящими на пласть под углом, близким к 90° .

Перед изготовлением инструментов резонансная древесина должна пролежать 10–50 лет. В процессе выдержки акустические показатели не изменяются, но изменяется химический состав древесины (прежде всего — гемицеллюлозы, ответственные за поглощение воды из воздуха). Это обеспечивает большую устойчивость к температурно-влажностным воздействиям, и инструменты обладают большей стабильностью звуковых характеристик. Существуют технологии, позволяющие достичь тех же целей в гораздо более короткий срок в специальных камерах.

Еще одной важной практической стороной акустических свойств древесины является применение ультразвука в целях дефектоскопии древесины.

2.4. Электрические свойства древесины

Электрические свойства древесины обычно рассматриваются в связи с тем или иным практическим использованием древесины.

К электрическим свойствам древесины относятся: электропроводность, электрическая прочность, диэлектрическая проницаемость, пьезоэлектрические свойства.

Электропроводность — это способность вещества проводить электрический ток. Твёрдые тела по электропроводности делятся на:

- проводники имеют удельное сопротивление 10^{-8} – 10^{-5} Ом·м (к этой группе относятся многие металлы);

- полупроводники имеют удельное сопротивление 10^{-5} – 10^8 Ом·м (минералы и некоторые металлы);

- диэлектрики (изоляторы) — материалы, обладающие крайне слабой электропроводностью — имеют удельное сопротивление более 10^8 Ом·м (воздух, стекло, фарфор, пластмасса, резина).

Электрические свойства древесины очень сильно зависят от содержания в ней воды. Древесина в абсолютно сухом состоянии представляет собой диэлектрик; во влажном состоянии (древесина растущего, срубленного дерева) является проводником.

Электропроводность древесины G определяется электрическим сопротивлением R :

$$R = \frac{U}{I}, \quad (8)$$

где R — электрическое сопротивление, Ом; U — напряжение, В; I — сила тока, А.

$$G = \frac{1}{R} = \frac{I}{U}, \quad (9)$$

где G — электропроводность, Ом $^{-1}$; R — электрическое сопротивление, Ом; U — напряжение, В; I — сила тока, А.

Сопротивление древесины зависит от её влажности, от древесной породы, направления, по которому течет ток в древесине, температуры древесины.

Древесина в абсолютно сухом состоянии имеет примерно такую же электропроводность, как и лучшие электроизоляционные материалы.

Повышение содержания в древесине связанной воды приводит к резкому повышению электропроводности.

На изменении электрического сопротивления от влажности основано определение влажности древесины с помощью кондуктометрических влагомеров.

Электрическая прочность древесины — способность древесины противостоять электрическому пробое — основное свойство диэлектриков. При пробое изолятор или диэлектрик катастрофически (одномоментно) превращается в проводник.

Электрическая прочность $E_{пр}$ (эпсилон) определяется как отношение пробивного напряжения $U_{прб}$ к толщине образца древесины h :

$$E_{пр} = \frac{U_{прб}}{h}, \quad (\text{кВ/мм}). \quad (10)$$

Электрическая прочность древесины невелика. Она зависит от породы, влажности и направления прохождения тока.

Диэлектрические свойства древесины проявляются при нахождении древесины в переменном электрическом поле. Они характеризуются относительной диэлектрической проницаемостью $\epsilon_{отн}$ (эпсилон) и тангенсом угла диэлектрических потерь $\text{tg}\delta$.

Относительная диэлектрическая проницаемость $\epsilon_{\text{отн}}$ определяется как отношение ёмкости (или диэлектрической проницаемости $\epsilon_{\text{др}}$) конденсатора с прокладкой из древесины $C_{\text{др}}$ к ёмкости (или диэлектрической проницаемости $\epsilon_{\text{вк}}$) конденсатора с воздушным зазором (вакуумом) между электродами $C_{\text{вк}}$:

$$\epsilon_{\text{отн}} = \frac{C_{\text{др}}}{C_{\text{вк}}} = \frac{\epsilon_{\text{др}}}{\epsilon_{\text{вк}}}. \quad (11)$$

Относительная диэлектрическая проницаемость показывает во сколько раз сила взаимодействия между электрическими зарядами в древесине меньше, чем в вакууме.

Относительная диэлектрическая проницаемость воды при температуре 20°C равна 81 единице в диапазоне частот 10^5 – 10^9 ГГц; в диапазоне частот 10^9 – 10^{10} ГГц диэлектрическая проницаемость воды резко падает и при частоте $3 \cdot 10^{11}$ Гц составляет 5,7. Для сравнения, относительная диэлектрическая проницаемость ацетона равна 21,3, керосина — 2,1.

Относительная диэлектрическая проницаемость древесины в абсолютно сухом состоянии составляет 2–3 единицы.

Зависимость диэлектрической проницаемости древесины от влажности используется в ёмкостных (диэлькометрических) электровлагомерах.

Тангенс угла диэлектрических потерь $\text{tg} \delta$ (tg дельта) определяет долю подведённой мощности, которая поглощается материалом и превращается в тепло. Численно он равен отношению активного и реактивного токов в древесине, или отношению активной и реактивной мощности.

Тангенс угла диэлектрических потерь зависит от тех же показателей, что и диэлектрическая проницаемость. Для воздуха он численно равен 0.

При воздействии на древесину высокочастотного токового поля происходит нагрев древесины изнутри по всему объёму, что находит практическое применение в сушке древесины. При таком воздействии происходит автоматическое выравнивание влажности, так как в местах с большей влажностью выделяется больше тепла, чем в местах с меньшей влажностью. Высокочастотная сушка древесины происходит быстрее, и материалы меньше растрескиваются.

Диэлектрический нагрев ускоряет процессы пропитки древесины, склеивания щитовых, многослойных изделий, паркета, фанеры, лыж, столярных изделий, используется в производстве ДСтП и ДВП, при модификации древесины.

Пьезоэлектрические свойства древесины. Способность диэлектриков (чаще кристаллов) накапливать электрические заряды на своей поверхности в результате механического воздействия (для древесины — при строжке, шлифовании, пилении и т. п.) называется *прямым пьезоэлектрическим эффектом*. При таком воздействии на поверхности образуются электрические заряды противоположных знаков, а в самих материалах возникает электрическое поле.

Обратный пьезоэлектрический эффект заключается в том, что размеры диэлектриков изменяются под действием электрического поля.

Древесина содержит ориентированный компонент — целлюлозу, в микрофибриллах которой около 70% приходится на кристаллическую зону, и также обладает пьезоэлектрическими свойствами.

Наибольший пьезоэлектрический эффект наблюдается в древесине при сжимающей и растягивающей нагрузках, прикладываемых под углом 45° к направлению волокон. Механические напряжения, направленные строго вдоль или поперёк волокон пьезоэлектрического эффекта не вызывают.

Пьезоэлектрический эффект зависит от влажности древесины: в абсолютно сухой древесине он максимален; с увеличением влажности он уменьшается и к влажности 6–8% практически исчезает.

2.5. Тепловые свойства древесины

Под тепловыми (термическими, температурными) свойствами понимают совокупность характеристик материала, определяющих термодинамическое состояние и тепловые процессы, происходящие в материале, и отражающих их отклик на изменение температуры.

Тепловые свойства древесины — это свойства, проявляющиеся при изменении температуры в диапазоне температур от -40°C до $+100$ – 150°C .

При практическом использовании древесины с тепловыми свойствами мы сталкиваемся при пропарке и проварке древесины, сушке и пропитке, склеивании, при переработке и оттаивании мерзлой древесины; многие тепловые свойства древесины крайне важны при использовании древесины в строительстве, особенно в деревянном домостроении.

К тепловым свойствам древесины относятся: теплоёмкость, теплопроводность, температуропроводность и тепловое расширение.

Теплоёмкость — это способность материалов поглощать теплоту при нагревании. Показателем теплоёмкости является *удельная теплоёмкость*:

$$C = \frac{Q}{m \cdot \Delta t}, \quad (12)$$

где C — удельная теплоёмкость, $\text{кДж/кг} \cdot \text{град}$; Q — количество тепла, полученное образцом древесины при нагреве (или выделившееся при охлаждении), кДж ; m — масса нагреваемого образца, кг ; Δt — разность конечной и начальной температуры образца древесины.

Удельную теплоёмкость определяют с помощью калориметров. Для практических расчётов используют специальные номограммы.

Теплопроводность — это способность материалов проводить тепло.

Характеризуется *коэффициентом теплопроводности* λ ($\text{Вт/м} \cdot ^\circ\text{C}$), который входит в уравнение стационарного теплообмена:

$$Q = \lambda \cdot F \cdot \tau \cdot \frac{\Delta t}{\Delta x}, \quad (13)$$

где Q — количество тепла, распространяющегося внутри древесины, Дж ; λ — коэффициент теплопроводности, $\text{Вт/(м} \cdot ^\circ\text{C)}$; F — площадь сечения, перпендикулярного тепловому потоку, м^2 ; τ — длительность теплообмена, с ; Δt — перепад температур на двух изотермических поверхностях, $^\circ\text{C}$; Δx — расстояние между двумя изотермическими поверхностями, м .

Коэффициент теплопроводности характеризует количество тепла, которое проходит в единицу времени через единицу изотермической поверхности при температурном градиенте, равном единице.

Передача тепла в древесине происходит разными путями: через клеточные оболочки, через полости клеток (излучением от оболочек) и конвекцией через полости клеток и поры в клеточных оболочках.

Теплопроводность древесины зависит от её влажности, плотности, направления в древесине и температуры.

С увеличением влажности древесины теплопроводность увеличивается, так как воздух замещается водой, имеющей гораздо больший коэффициент теплопроводности.

С увеличением плотности абсолютно сухой древесины теплопроводность при любой влажности увеличивается, поскольку доля древесинного вещества, имеющего более высокий коэффициент теплопроводности, в этой трёхфазной системе увеличивается.

Теплопроводность древесины вдоль волокон примерно в 1,5–2,0 раза выше, чем поперёк волокон.

Температуропроводность — это способность материалов выравнивать температуру по своему объёму при наличии разницы температур.

Температуропроводность характеризует нестационарный перенос теплоты в древесине, т. е. её тепловую инерцию при изменении температуры.

Показателем температуропроводности является *коэффициент температуропроводности* a :

$$a = \frac{\lambda}{C \cdot \rho}, \quad (14)$$

где a — коэффициент температуропроводности, м²/с; λ — коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С); C — удельная теплоёмкость, кДж/(кг·град); ρ — плотность древесины, кг/м³.

Величина коэффициента температуропроводности зависит от природы вещества: жидкости и газы обладают сравнительно малой температуропроводностью, металлы имеют значительно больший коэффициент температуропроводности.

Древесина в целом обладает невысокой температуропроводностью.

Тепловое расширение — это способность материалов изменять размеры с изменением температуры. Тепловое расширение древесины характеризуется *коэффициентом теплового расширения* α'_w , который представляет собой относительное изменение размеров образца при его нагревании на 1°С:

$$\alpha'_w = \frac{\Delta l}{l_0 \cdot \Delta t}, \quad (15)$$

где α'_w — коэффициент теплового расширения, м/(м·°С); l_0 — начальный размер образца, м; Δl — изменение размера, произошедшее при изменении температуры, м; Δt — изменение температуры, °С.

2.6. Влажность древесины

Вода является важной составляющей всех частей растущего дерева. Основная функция воды в древесине — транспортная: по древесине осуществляется перенос минеральных и органических веществ в виде водных растворов. Разнообразие строения клеток древесины связано именно с особенностями организации транспорта воды. Большая часть воды, обеспечивающая восходящий ток в заболони, после достижения листьев или хвои расходуется на транспирацию и не участвует в дальнейшей жизни растения. Небольшая часть воды используется как химическое вещество при фотосинтезе и сначала включается в состав углеводов, а затем и других органических веществ, которые в дальнейшем образуют древесину. Часть воды, содержащейся в заболонной древесине, практически не участвует в транспортных процессах, но необходима для функционирования близлежащих живых паренхимных клеток заболони. Повышенное содержание воды в спелой древесине или в ядре может быть связано и с развитием патологических процессов.

Изменение водного режима деревьев и содержания воды в растущем дереве определяет многие физиологические процессы, и даже изменения в строении древесины на макро- и микроуровне.

Огромное значение имеет вода и изменение её содержания в древесине и с технической точки зрения. Изменение содержания воды приводит к изменению древесины, как трёхфазной системы, может вызывать изменение структуры клеточных оболочек, что предопределяет изменение большинства физических и механических свойств древесины.

Содержание воды является одной из нормируемых технических характеристик многих изделий из древесины и порой выступает как важный показатель качества в товароведении.

Влажность древесины — это весовое количество воды, содержащейся в данном образце древесины, выраженное в процентах от массы абсолютно сухой древесины:

$$W = \frac{m_{\text{воды}}}{m_0} \cdot 100 = \frac{m_w - m_0}{m_0} \cdot 100, \quad (16)$$

где W — влажность древесины, %; $m_{\text{воды}}$ — масса воды, содержащейся в древесине при влажности W , г или кг; m_w — масса древесины при влажности W , г или кг; m_0 — масса древесины в абсолютно сухом состоянии, г или кг.

Данная влажность древесины называется абсолютной влажностью $W_{\text{абс}}$ (масса воды относится к массе древесины в *абсолютно* сухом состоянии).

В некоторых случаях для характеристики содержания воды в древесине используется показатель относительной влажности. *Относительная влажность* древесины — это весовое количество воды, содержащейся в данном образце древесины, выраженное в процентах от массы древесины при данной влажности W :

$$W_{\text{отн}} = \frac{m_w - m_0}{m_w} \cdot 100. \quad (17)$$

Для одного и того же образца древесины при одном количестве воды (по массе), содержащейся в нем, абсолютная влажность всегда больше относительной.

Относительная влажность может изменяться от 0% до значений 90% и более (100% — чистая вода).

Абсолютная влажность древесины может иметь значения и более 100%, а для некоторых тканей в растении даже более 1000%.

2.6.1. Методы определения влажности древесины

Существуют различные методы определения влажности древесины. Выбор конкретного метода определяется особенностями исследуемого объекта (уровнем влажности, размером, химическим составом), задачами исследования, техническими возможностями, а для различных лесоматериалов или товаров — и нормативными документами.

В зависимости от измеряемого параметра методы определения влажности могут быть прямыми, так или иначе определяющими непосредственно массу воды в древесине, и косвенными, или приборными, измеряющими показатели, коррелирующие с изменением содержания воды в древесине.

Прямые методы определения влажности древесины

Сушильно-весовой метод определения влажности позволяет определить влажность в любом диапазоне на образцах любого размера.

Данный метод основан на определении количества воды по разнице массы образца древесины до высушивания и после высушивания.

Подготовленные образцы взвешиваются, помещаются в сушильный шкаф, где высушиваются при температуре $103 \pm 2^\circ\text{C}$ до абсолютно сухого состояния (постоянного веса, определяемого контрольными взвешиваниями с интервалом в 2 часа). Чем больше размер образца и его начальная влажность, тем дольше будет происходить высушивание.

Влажность рассчитывается по массе сухой и влажной древесины.

При содержании в древесине большого количества экстрактивных веществ, испаряющихся или выплавляющихся в процессе сушки при температуре до 103°C (например, смолы), применение данного метода будет затруднено, а точность будет значительно снижаться.

Еще один недостаток данного метода — отбор образцов для данного метода приводит к неизбежной порче объекта исследования (например, лесоматериалов).

Косвенные методы определения влажности древесины

Данные способы основаны на количественном измерении каких-либо свойств, зависящих от влажности. Наиболее удобны для измерения электрические свойства; соответствующие приборы называются электровлагомерами.

Кондуктометрический метод основан на связи между электрическим сопротивлением древесины R и её влажностью W (рис. 93). Этот метод был одним из первых приборных методов определения влажности. Датчики с 2–3 игольчатыми электродами электровлагомера втыкаются в древесину на продольном разрезе на

глубину около 1 см, и измеряется сопротивление между электродами. В современных приборах на дисплее сразу отражается влажность древесины.

Относительно точные результаты получаются при значениях влажности 7–12% (ошибка составляет $\pm 2\%$); при влажности 12–30% ошибка возрастает до $\pm 3\%$; при большей влажности метод даёт гораздо большие ошибки и значительно менее точен, чем сушильно-весовой метод.

Кроме того, этот метод позволяет определить влажность только на данном участке древесины и на данной глубине. Представления о влажности более глубоких слоёв данный метод не даёт, а распределение влажности может быть очень неравномерным и влажность внутренних зон может резко отличаться от влажности поверхностных слоёв древесины, особенно при больших сечениях образцов. Кроме того, в древесину должны быть воткнуты игольчатые электроды, что допустимо (из-за повреждения) или возможно (из-за высокой плотности и прочности) не на всех объектах.

Ёмкостной (диэлькометрический) метод основан на связи влажности древесины W с диэлектрической проницаемостью ϵ .

Современные диэлькометрические влагомеры для измерения достаточно приложить к поверхности древесины.

Относительно точные результаты, в силу специфики зависимости, также получаются при значениях влажности в диапазоне от 7 до 30%.

Данный метод позволяет определить влажность только в точке (зоне) измерения и только на глубине, охватываемой конкретным влагомером. Кроме того, при небольшом размере объекта в поле может попадать воздух или предметы, на которых лежат образцы, что вызовет неизбежную ошибку.

2.6.2. Состояния древесины по влажности

При характеристике содержания воды в древесине обычно выделяют следующие категории состояния или степени влажности древесины:

- *абсолютно сухая* древесина — древесина, высушенная при температуре 103°C до постоянной массы и не содержащая воды ($W_0 = 0\%$);

- *комнатно-сухая* древесина, или *древесина камерной сушки*, — древесина, хранящаяся или эксплуатируемая в закрытом помещении, древесина после сушки в сушильных камерах ($W_{\text{КС}} = 6\text{--}12\%$). Влажность различных изделий из древесины даже в помещении не будет одинаковой. Деревянная мебель, паркет, внутренние межкомнатные двери в домах с постоянным отоплением будут иметь влажность древесины 6–7%, а в домах с периодическим (печным) отоплением 8–9%. Оконные рамы и двери домов, одной стороной выходящие на улицу, одной — в дом, будут иметь влажность 11–13%. Изменение температурно-влажностного режима в помещении будет приводить к изменению влажности деревянных деталей и изделий;

- *древесина при стандартной, или нормализованной, влажности* ($W_{12} = 12\%$); стандартная влажность — условно принятая величина, при которой проводится сравнение многих физико-механических свойств древесины, меняющихся с изменением влажности. В некоторых странах, а раньше и в России, значение этой влажности принято равным 15%;

– *воздушно сухая* древесина, или древесина *атмосферной сушки*, — древесина, хранящаяся или высушенная естественным путём на улице под навесом ($W_{\text{вс}} = 13\text{--}20\%$);

– *равновесная и устойчивая влажность* ($W_{\text{р}}$ и $W_{\text{ус}}$) древесины находится в пределах от 0% до предела насыщения клеточных оболочек; равновесная и устойчивая влажности зависят от температуры и влажности окружающего древесину воздуха и могут быть разными при различном их сочетании;

– *предел насыщения клеточных оболочек* древесины — влажность, при которой клеточные оболочки полностью насыщены связанной водой, а в полостях клеток вода не содержится, $W_{\text{пн}} = W_{\text{max связ}}$;

– *влажность свежесрубленной* древесины = влажность древесины растущего дерева — влажность древесины в растущем дереве на момент измерений или сразу после рубки дерева. Усреднённые ориентировочные значения этой влажности будут разными у разных пород:

– у хвойных пород — средняя влажность около 100–180%;

– у мягколиственных пород — средняя влажность около 70–120%;

– у твёрдолиственных пород — средняя влажность около 55–75%;

– *«естественная» влажность* древесины — термин, часто встречающийся последнее время в связи с практическим использованием древесины; подразумевает влажность древесины, равную влажности свежесрубленной древесины, или несколько снизившуюся в результате испарения, произошедшего в процессе непродолжительного хранения, транспортировки и т. п. (без специально организованной сушки древесины);

– *мокрая* древесина — вымоченная, долгое время пролежавшая в воде, например, утонувшая при сплаве, древесина (для многих пород эта влажность обычно больше 100%);

– *максимальная влажность* древесины (*предел водопоглощения*) W_{max} — влажность, при которой все полости в древесине заполнены водой; абсолютное значение зависит не только от породы, но и от особенностей (в частности, пористости) конкретного образца древесины. У пород с очень лёгкой древесиной значения этой влажности могут достигать 200–300% и более; у пород с очень высокой плотностью максимальная влажность будет меньше 100%.

2.6.3. Формы воды в древесине

В зависимости от положения молекул воды в клетках, от характера их взаимодействия с другими молекулами и возможности молекул воды перемещаться, вода обычно разделяется на две формы — на связанную и свободную.

Под *связанной водой* в древесиноведении подразумевается вода, находящаяся в клеточной оболочке в микрокапиллярах между микрофибриллами целлюлозы, которая удерживается водородными связями, образующимися с веществами клеточной оболочки (рис. 35). В растущем дереве, в заготовленной или перерабатываемой древесине эта вода является связанной, но не гигроскопической, — она не поступает в древесину из воздуха, а появляется там (остается) после деления камбиальных клеток, образования в оболочке полимеров целлюлозы, гемицеллюлоз и лигнина, и окончательного формирования клеточной

оболочки. Даже в частично высушенной древесине (до воздушно- или комнатносухого состояния) оставшаяся связанная вода не будет гигроскопической; при увеличении влажности такой древесины лишь часть связанной воды в ней будет гигроскопической. Если древесина высушивается до абсолютно сухого состояния, что в практике переработки древесины происходит крайне редко, а затем перемещается в более влажные условия, она впитывает молекулы воды из воздуха. Только такая вода будет связанной и гигроскопической.

Максимальное количество связанной воды в древесине лимитируется клеточными оболочками, и для большинства пород соответствует влажности около 30%. Изменение содержания связанной воды приводит к изменению структуры клеточных оболочек и значительному изменению многих свойств древесины.

Под *свободной водой* в древесиноведении подразумевается вода, расположенная в полостях клеток и, при наличии таковых, в межклеточных пространствах (рис. 35). Эта вода удерживается в древесине только капиллярными силами (в связи с чем, называется также капиллярной). Свободная вода относительно легко передвигается в древесине, а изменение её содержания не вызывает значительных изменений свойств древесины (за исключением влажности, плотности влажной древесины). В растущем дереве восходящий ток осуществляется как раз за счёт передвижения свободной воды.

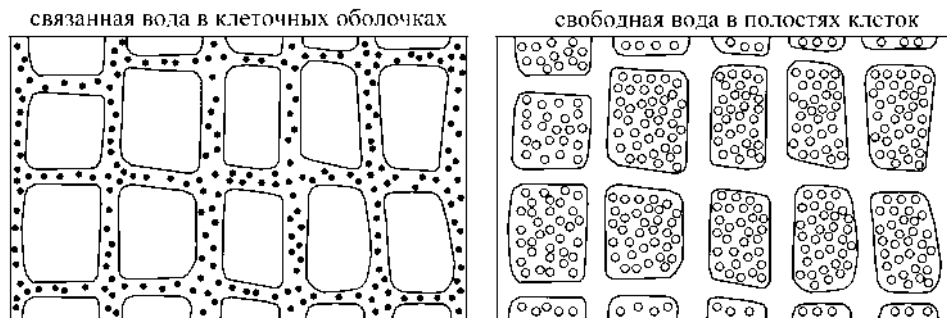


Рис. 35

Схема расположения молекул связанной и свободной воды в клетках древесины (поперечный разрез)

У влажной древесины при высыхании сначала испаряется свободная вода с поверхности древесины. Через некоторое время, после снижения влажности в поверхностных слоях до значений около 30%, начинает испаряться связанная вода; при этом во внутренних слоях влажность будет значительно больше 30% и там будет продолжаться испарение свободной воды в полости клеток. Со временем более сухие зоны будут распространяться во внутренние слои, и испарение свободной и связанной воды будет идти параллельно.

При увеличении относительной влажности воздуха клеточными оболочками сухой древесины будет впитываться исключительно связанная (гигроскопическая) вода; после полного насыщения оболочек вода из воздуха может конденсироваться в полостях клеток на их оболочках, образуя некоторое коли-

чество свободной воды. Практически вся свободная вода поступает в сухую древесину при контакте с жидкой водой или вымачивании образца в воде.

Общая влажность древесины может быть выражена уравнением:

$$W = W_{\text{связ.}} + W_{\text{своб.}} \quad (18)$$

Древесина растущего дерева всегда содержит максимально возможное для неё количество связанной воды и некоторое, часто значительно большее, количество свободной воды:

$$W = W_{\text{max связ.}} + W_{\text{своб.}} \quad (19)$$

В растущем дереве, из-за наличия отрицательного давления (разреженности) и заполнения полостей части клеток воздухом, влажность обычно не достигает максимальных значений. При максимальной влажности древесина будет содержать максимальное количество свободной и связанной воды:

$$W_{\text{max}} = W_{\text{max связ.}} + W_{\text{max своб.}} \quad (20)$$

Максимальная влажность может быть достигнута длительным вымачиванием древесины в воде или рассчитана по некоторым формулам.

Для достижения полного замещения воздуха в сухой древесине водой образцы должны достаточно длительное время находиться в воде. Для ускорения этого процесса над образцами древесины создаётся вакуум. При длительном вымачивании древесины в воде неизбежно появляется определённая ошибка за счёт удаления из древесины части экстрактивных веществ, растворимых в воде.

Если точное значение предела насыщения клеточных оболочек данного образца древесины неизвестно, максимальную влажность можно определить по формуле

$$W_{\text{max}} = \frac{(\rho_{\text{д.в.}} - \rho_{\text{баз.}}) \times \rho_{\text{воды}}}{\rho_{\text{д.в.}} \times \rho_{\text{баз.}}} \cdot 100 = \left(\frac{1}{\rho_{\text{баз.}}} - \frac{1}{\rho_{\text{д.в.}}} \right) \cdot \rho_{\text{воды}} \cdot 100, \quad (21)$$

где W_{max} — максимальная расчётная влажность образца древесины, %; $\rho_{\text{д.в.}}$ — плотность древесинного вещества, кг/м^3 или г/см^3 ; $\rho_{\text{баз.}}$ — базисная плотность данного образца древесины, кг/м^3 или г/см^3 ; $\rho_{\text{воды}}$ — плотность воды в древесине, кг/м^3 или г/см^3 .

2.6.4. Влажность древесины растущего дерева (= влажность свежесрубленной древесины)

По влажности древесины (а также прикамбиальных слоёв и луба) можно судить о физиологическом состоянии и изменениях, происходящих в процессе роста дерева. Понимание закономерностей изменения влажности в дереве до его рубки имеет большое практическое значение при использовании весовых методов учёта сырья, при организации хранения древесины, при транспортировке (автомобилями, вагонами, теплоходами и, особенно, при сплаве), при переработке и сушке древесины.

Количество воды, содержащейся в древесине растущего дерева, определяется двумя основными факторами: поступлением из почвы через корни и транспирацией (испарением) кронами. Дополнительный фактор, который может как увеличивать, так и понижать содержание воды, — патологический.

В процессе жизни дерева через древесину его ствола проходит огромное количество воды. Вода служит в основном «транспортным средством» для перемещения растворённых в ней веществ по стволу, и после доставки их в листья испаряется через устьица. Лишь незначительная часть воды участвует в образовании углеводов (и собственно древесины) и в различных биохимических процессах.

Влажность древесины растущих деревьев изменяется в зависимости от породы, состояния дерева, положения образца по высоте и радиусу ствола, возраста дерева, сезона года и даже времени суток. Без крайних случаев влажность древесины может изменяться в диапазоне от 35 до 300%.

Можно выделить три наиболее типичных случая изменения влажности по радиусу ствола.

У многих пород влажность центральной части ствола (спелой древесины, ядра) значительно ниже влажности наружных слоёв (заболони) (рис. 36, 37).

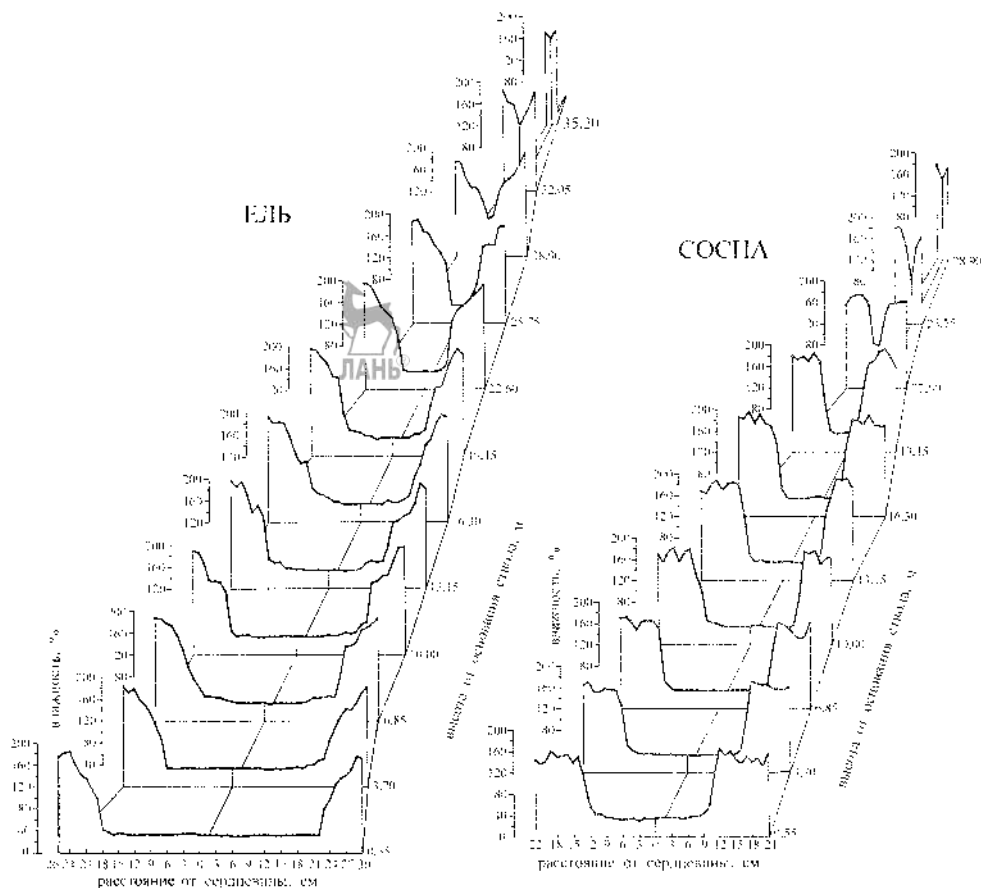


Рис. 36

Распределение влажности по радиусу и высоте растущего дерева у ели и сосны (по Николову, Енчеву, 1967)

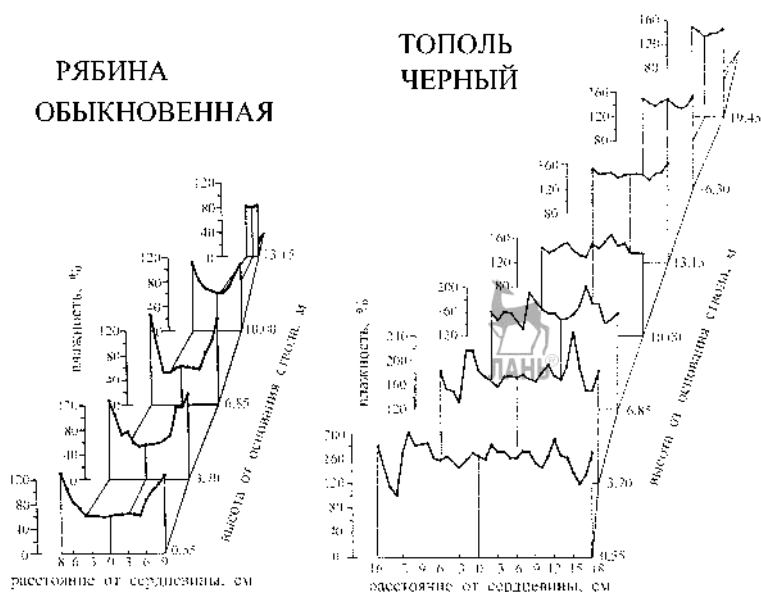


Рис. 37

Распределение влажности по радиусу и высоте растущего дерева у рябины и тополя (по Николу, Енчеву, 1967)

Такое распределение часто встречается у хвойных пород, рябины, черёмухи, черешни, бука, осины, ивы и др. Так, у сосны влажность древесины заболони примерно 150%, влажность древесины ядра — 35%; у ели — 140% и 40–45%, соответственно.

У некоторых пород влажность центральной части ствола (ядра) примерно равна влажности наружных слоёв (заболони) (рис. 38). Данное распределение встречается у дуба, ясеня. Влажность заболони и ядра у дуба около 65%, у ясеня — около 50%.

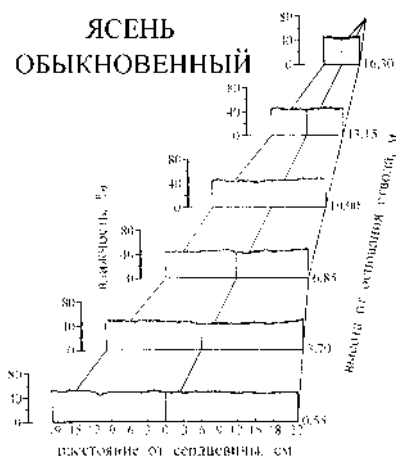


Рис. 38

Распределение влажности по радиусу и высоте растущего ясеня (по Николу, Енчеву, 1967)

Третья группа пород имеет влажность центральной части ствола (ядра, ложного ядра) выше, чаще незначительно, влажности наружных слоёв (заболони). Подобное распределение встречается, например, у берёзы, тополя (рис. 37), ореха, платана, явора, ильма. Так у берёзы влажность наружных слоёв заболони около 70%, а влажность ложного ядра около 80%.

Низкие значения влажности древесины заболони (до 60–70%) у пород второй группы, а временно или локально встречающиеся и у других пород, говорят о том, что полости большинства клеток заполнены воздухом и не выполняют водопроводящую функцию. Это противоречит нашему пониманию заболони как водопроводящей зоны, и невозможно для растущего дерева с физиологической точки зрения. Причина низкой влажности заболони у таких пород, как дуб, каштан или ясень, в том, что крупные сосуды заполнены водой и функционируют как водопроводящие элементы только в течение того года, когда они были образованы камбием. На следующий год полости этих сосудов оказываются заполненными воздухом, и вода в крону дерева по ним не проводится.

Более детальный анализ распределения воды в заболони показывает, что слой молодых, только что образованных клеток формирующегося годичного слоя у любой породы, всегда будет иметь очень высокую влажность (табл. 5), обеспечивающую возможность выполнения водопроводящей функции.

Таблица 5

Изменчивость влажности по радиусу ствола в период активной вегетации

Порода	Влажность луба и зон древесины по радиусу ствола, %				
	луб	молодая нелигнифицированная древесина	молодая заболонь	внутренние слои заболони	ядро
Ольха серая	110	390	122	100–130	—
Дуб	145	363	105	90–100	80–90
Ясень	130	307	122	46	—

С неравномерностью распределения воды в радиальном направлении связан специфичный порок древесины — *водослой* (водослойное ядро, влажное ядро, мокрое ядро) — участки ядра ненормальной тёмной окраски, возникающие в растущем дереве в результате резкого (до 200–240%) увеличения их влажности. Водослой может встречаться на разных древесных породах обычно в нижней части ствола; часто — у ели, пихты, осины, ильма, тополя.

По высоте ствола влажность древесины увеличивается от основания дерева к его вершине.

Влажность древесины закономерно изменяется в течение года. У всех пород наблюдается снижение влажности к концу лета и увеличение до наибольших значений зимой и весной. При этом влажность центральной части стволов (спелой древесины, ядра, ложного ядра) имеет значительно меньшие годовые колебания.

2.6.5. Гигроскопичность древесины. Сорбция и десорбция

Гигроскопичность, или *сорбционная способность*, — это способность поглощать воду в виде паров из воздуха. При поглощении молекул воды древесиной происходит *сорбция*, или *адсорбция*; обратный процесс испарения молекул воды в воздух, происходящий при снижении влажности, называется *десорбцией*.

Вещества, входящие в состав древесины, обладают различной сорбционной способностью. Если принять сорбционную способность древесины в целом за 1,0, то холоцеллюлоза будет иметь сорбционную способность 1,09, целлюлоза — 0,94, гемицеллюлозы — 1,56, лигнин — 0,60, а смолистые вещества — 0,30.

Древесина в растущем дереве имеет высокую влажность, содержит как связанную, так и свободную воду, и никакой гигроскопичностью не обладает. Для появления сорбционной способности древесина сначала должна быть высушена. После снижения влажности ниже 30%, в ней происходит десорбция, т. е. испарение молекул связанной воды из клеточных оболочек в воздух.

Изменение влажности образца древесины при сорбции и десорбции происходит по-разному. За счёт наличия внутренних слоёв, не имеющих непосредственного контакта с окружающим воздухом, изменение влажности в них будет происходить медленнее, с отставанием. При сорбции влажность внутренних слоёв будет меньше влажности наружных слоёв; при десорбции, наоборот, влажность внутренних слоёв будет больше. В результате изотермы сорбции и десорбции будут различаться.

Различие изотерм сорбции и десорбции древесины называется *гистерезисом сорбции* (петлей гистерезиса).

2.6.6. Равновесная и устойчивая влажность древесины

С сорбцией и десорбцией древесины тесно связаны понятия равновесной и устойчивой влажности.

Устойчивая влажность W_y — это влажность, которая устанавливается в древесине при длительном выдерживании в стабильных по температуре t и относительной влажности воздуха ϕ (фи), условиях. Если температура или относительная влажность воздуха изменятся, влажность данного образца древесины перестанет быть устойчивой и начнет изменяться, приходя в соответствие новым условиям, после чего снова станет устойчивой.

За счёт гистерезиса сорбции и десорбции относительно больших образцов древесины, при данной температуре и относительной влажности воздуха устойчивая влажность одного и того же образца при десорбции (при испарении воды более влажной древесиной) и при сорбции (при поглощении воды более сухой древесиной) будет разной (рис. 39). При этом устойчивая влажность десорбции $W_{уд}$ всегда будет больше устойчивой влажности сорбции $W_{ус}$.

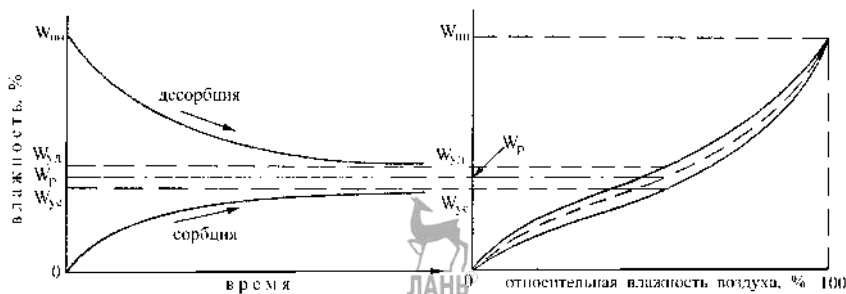


Рис. 39

Установление устойчивой влажности при сорбции и десорбции и их соотношение с равновесной влажностью во времени и на петле гистерезиса сорбции

Равновесная влажность W_p , так же, как и устойчивая, соответствует определённым сочетаниям температуры и относительной влажности воздуха. Равновесная влажность устанавливается в древесине достаточно тонких образцов, не имеющих «внутренних» слоёв, лишённых прямого контакта с окружающим воздухом (тонкая стружка). На таких образцах вся поверхность древесины контактирует с воздухом, и изменение влажности при сорбции и десорбции идёт по одной изотерме (рис. 39).

Равновесную влажность можно определить по специальным диаграммам (рис. 40).

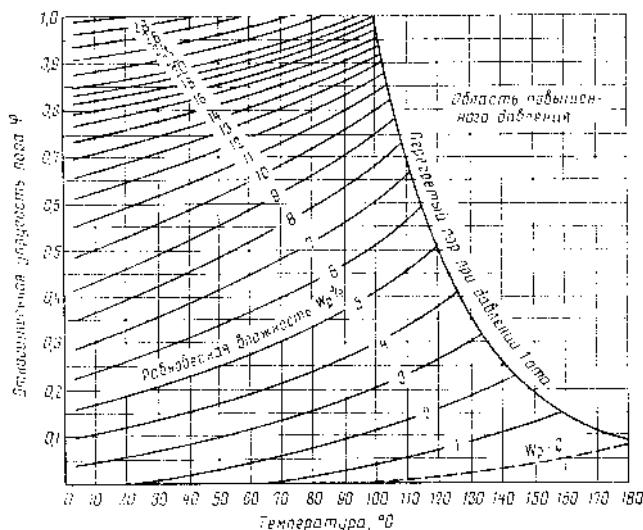


Рис. 40

Диаграмма равновесной влажности древесины (по Серговскому, 1968)

2.6.7. Предел насыщения клеточных оболочек

Предел насыщения клеточных оболочек — это влажность, при которой клеточные оболочки полностью насыщены связанной водой, а в полостях клеток вода не содержится вовсе:

$$W_{п.н.} = W_{\max \text{ связ.}} \quad (22)$$

Достичь такого состояния древесины экспериментально практически невозможно. При высушивании даже очень тонкого образца влажной древесины, по мере приближения к точке, соответствующей насыщению клеточных оболочек, из некоторых оболочек связанная вода уже начнет испаряться, в то время как в полостях других клеток ещё будет оставаться свободная вода. При повышении влажности сухой древесины в насыщенном водой воздухе ($\phi = 100\%$), по мере приближения к точке, соответствующей насыщению клеточных оболочек, на поверхности оболочек некоторых клеток начнет конденсироваться свободная вода, в то время как оболочки других клеток ещё не будут полностью насыщены.

Предел насыщения клеточных оболочек зависит от древесной породы, особенностей строения древесины, её химического состава.

У большинства промышленных пород предел насыщения клеточных оболочек обычно изменяется в диапазоне от 20% до 40%, в среднем он составляет 30% (часто принимается равным 30% во многих расчётах по умолчанию) (табл. 6). Предел насыщения несколько выше среднего значения отмечается у пород с более лёгкой древесиной — около 30–35%. Пониженный предел насыщения отмечается у пород с более плотной древесиной или при повышенном содержании экстрактивных веществ (в ядре кольцесосудистых пород с интенсивно окрашенным ядром, у хвойных с высоким содержанием смолы) — около 22–24%.

Таблица 6

Пределы насыщения клеточных оболочек некоторых пород (по Полубояринову, 1984 и 1988)

Порода	Плотность ρ_0 , кг/м ³	Полное объёмное разбухание $\alpha_{V_{\max}}$, %	Предел насыщения клеточных оболочек, %
Пихта	338–388	9,91–13,86	25,92–28,50
Лиственница	537–656	11,68–19,01	24,47–31,56
Кедр	399–419	10,52–12,12	21,72–28,77
Ель	392–488	12,90–16,74	25,62–29,70
Сосна	420–493	11,67–15,81	26,49–30,45
Тис	484–660	6,18–11,24	18,12–24,53
Ольха чёрная	378–499	12,19–17,59	28,49–32,59
Груша	581–735	12,89–21,24	26,76–28,18
Бук	613–716	17,18–23,05	30,76–35,05
Липа	336–480	15,17–18,95	29,27–33,31
Осина	499	15,73	29,38
Берёза	594–612	18,32–23,01	32,89–36,76
Клён	601–724	17,06–18,57	26,32–30,55
Граб	731–776	18,41–24,22	28,75–33,10
Орех грецкий	549–677	13,17–16,44	26,72–28,67
Дуб	588–698	12,78–16,73	27,11–30,83
Каштан	513	10,69	30,74
Акация белая	779	15,14	26,10

2.6.8. Водопоглощение древесины

Водопоглощением называется способность древесины увеличивать влажность за счёт поступления свободной воды в полости клеток при непосредственном контакте с водой.

Водопоглощение древесины с полностью насыщенными водой клеточными оболочками происходит в диапазоне влажности от 30% до W_{\max} . При погружении в воду сухой древесины поступающая в полости клеток свободная вода частично перейдет в клеточные оболочки (до их полного насыщения) и превратится в связанную воду.

Водопоглощение зависит от древесной породы, особенностей анатомического строения, зоны ствола, размеров образца, начальной влажности древесины образца, температуры и давления.

Скорость водопоглощения заболонной древесины будет значительно выше, чем спелой древесины или ядра: закупорка полостей клеток и пор тиллами, торусами окаймлённых пор, экстрактивными веществами приводит к резкому снижению скорости водопоглощения.

2.6.9. Высыхание древесины

Высыханием древесины называется уменьшение содержания в ней воды как связанной, так и свободной.

Условие начала процесса высыхания древесины — влажность древесины должна быть больше равновесной (точнее устойчивой при десорбции) влажности:

$$W > W_p(W_{уд}). \quad (23)$$

Заканчивается процесс высыхания, когда влажность древесины будет равна равновесной (устойчивой):

$$W = W_p(W_{уд}). \quad (24)$$

Высыхание древесины складывается из нескольких процессов.

Связанная вода большинства клеток изолирована от окружающего воздуха свободной водой, находящейся в полостях клеток, и не может испаряться на первых этапах.

Свободная вода наружного слоя перерезанных клеток контактирует с окружающим воздухом и может испаряться (рис. 41А). Свободная вода внутренних слоёв древесины находится в полостях клеток, имеющих относительно большие размеры, по сравнению с микрокапиллярами, что обеспечивает возможность кавитации и испарения в образовавшиеся внутриклеточные воздушные пустоты.

Кавитация — процесс образования пузырьков воздуха в заполненных водой полостях клеток при снижении в них давления.

В результате развития кавитации во внутренних слоях древесины появляются клетки, полости которых полностью или частично заполнены воздухом (рис. 41Б–Е).

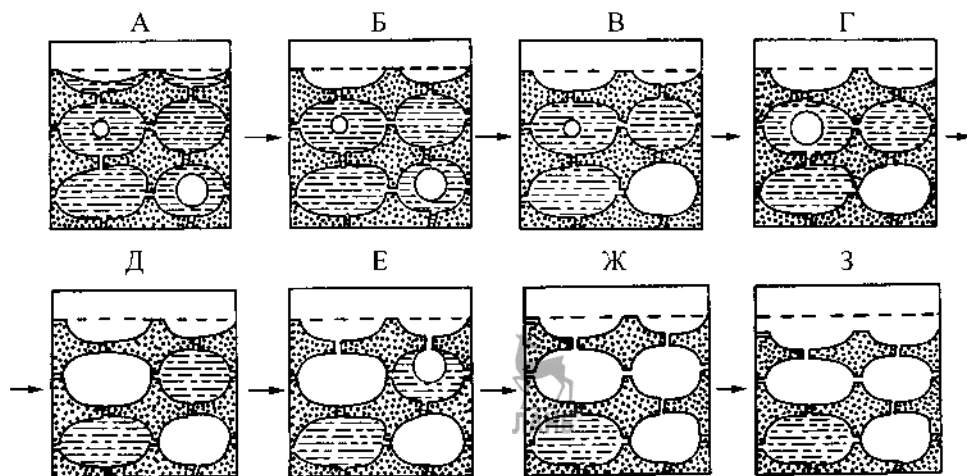


Рис. 41

Схема процесса высыхания древесины (по Siau, 1984):

А — испарение свободной воды из полостей перерезанных элементов и начало кавитации в полостях клеток внутренних слоёв; Б–Ж — развитие процессов кавитации и испарение воды в полостях клеток внутренних слоёв; З — испарение связанной воды из оболочек клеток и начало усушки древесины.

Распространение зон с клетками, заполненными воздухом, к клеткам внутренних слоёв, заполненных свободной водой, происходит неравномерно: влажные и сухие зоны перемежаются и взаимопроникают друг в друга.

По мере испарения всей свободной воды в поверхностных слоях древесины, из клеточных оболочек начинает испаряться связанная вода, и в этих слоях начинается происходить усушка древесины (рис. 413).

При высыхании древесины в ней может происходить коллапс. *Коллапс* — это изменение формы и размеров, происходящее при удалении воды за счёт смятия части клеточных оболочек. Коллапс наблюдается на участках с утончёнными клеточными оболочками: в местах скопления тонкостенных паренхимных клеток, на участках водослоя, в поверхностных нелигнифицированных слоях клеток древесины летней заготовки, в археологической древесине, пролежавшей длительное время в воде или влажной земле и т. п. Коллапс не следует путать с усушкой древесины или с её короблением.

2.7. Усушка и разбухание древесины

Понятия усушки и разбухания древесины связаны с изменением размеров при сорбции и десорбции, происходящими в диапазоне влажности от предела насыщения клеточных оболочек до абсолютно сухого состояния.

2.7.1. Усушка древесины

Усушка древесины — это относительное уменьшение линейных размеров и объёма древесины при удалении из неё связанной воды.

Если начальная влажность древесины значительно больше предела насыщения клеточных оболочек данной древесины, например, в свежесрубленной древесине, то в клеточных оболочках такой древесины содержится максимальное количество связанной воды, оставшейся после формирования оболочек, а в полостях клеток содержится значительное количество свободной воды (рис. 41А, Б; 42А).

На первых этапах происходит испарение свободной воды из полости клетки. После снижения влажности до влажности равной пределу насыщения, свободная вода в полости клетки будет отсутствовать, а в клеточной оболочке по-прежнему будет содержаться максимальное количество связанной воды (рис. 42Б). При этом клеточные оболочки останутся в неизменном состоянии, их размеры не уменьшатся, а следовательно, и уменьшения размеров всей древесины происходить не будет.

Дальнейшее снижение влажности происходит за счёт испарения связанной воды из клеточных оболочек. При этом из микрокапилляров удаляется часть молекул связанной воды, расстояние между микрофибриллами сокращается и происходит уменьшение размеров клеточной оболочки (рис. 42В), — в древесине происходит *частичная усушка*.

При удалении всей связанной воды из клеточной оболочки происходит ещё большее уменьшение расстояния между микрофибриллами, все микрокапилляры пропадают, клеточная оболочка уменьшается до минимальных разме-

ров (рис. 42Г). Усушка, произошедшая от предыдущего состояния до абсолютно сухого, также является частичной; усушка, произошедшая на всем промежутке снижения содержания связанной воды — от состояния полного насыщения клеточных оболочек (рис. 42А или Б), до абсолютно сухого состояния (рис. 42Г), называется *полной усушкой*.

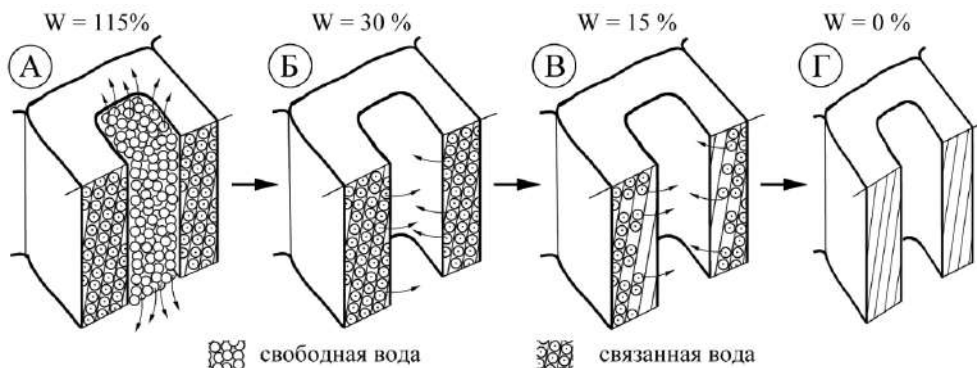


Рис. 42

Схема изменений, происходящих в клетке древесины, при удалении из неё воды (в клеточной оболочке показан наиболее толстый слой S_2)

Процесс усушки характеризуется двумя показателями. Основной показатель процесса усушки так и называется — *усушка* (β).

Усушка может определяться как для линейных размеров (тангенциально — $\beta_{\text{танг.}}$, радиального — $\beta_{\text{рад.}}$ или продольного — $\beta_{\text{прод.}}$), так и для площади (обычно поперечного сечения — β_S) или объёма — β_V .

Усушка рассчитывается по разнице соответственно линейных размеров, площадей или объёмов образца древесины до и после усушки.

Полная усушка рассчитывается по уравнению

$$\beta_{\text{max}} = \frac{a_W - a_0}{a_W} \cdot 100, \quad (25)$$

где a_W — соответствующие размеры, площадь или объём образца при начальной влажности W , большей или равной $W_{\text{п.н.}}$; a_0 — соответствующие размеры, площадь или объём образца в абсолютно сухом состоянии.

Частичная усушка рассчитывается по уравнению

$$\beta_{\text{част.}} = \frac{a_{W2} - a_{W1}}{a_{\text{max}}} \cdot 100, \quad (26)$$

где a_{W2} — соответствующие размеры, площадь или объём образца при начальной влажности W_2 , большей, равной или меньшей $W_{\text{п.н.}}$; a_{W1} — соответствующие размеры, площадь или объём образца при конечной влажности W_1 , меньшей $W_{\text{п.н.}}$ и W_2 ; a_{max} — соответствующие максимальные размеры, площадь или объём образца при влажности W , большей или равной $W_{\text{п.н.}}$.

Усушка древесины зависит от направления в древесине (только линейная усушка), строения древесины, древесной породы и её плотности, размера образца древесины, диапазона изменения влажности (только частичная усушка).

В различных направлениях усушка древесины неодинакова — наблюдается ярко выраженная анизотропия усушки. Наиболее сильно древесина усыхает в тангенциальном направлении, примерно в два раза меньше в радиальном; усушка в продольном направлении гораздо меньше тангенциальной и радиальной усушки (табл. 7).

Значительное различие поперечной (радиальной и тангенциальной) и продольной усушки объясняется небольшим углом отклонения направления микрофибрилл от продольной оси в основном слое клеточной оболочки S_2 . Если бы микрофибриллы были направлены строго параллельно оси клетки (вдоль волокон), то продольная усушка отсутствовала бы вовсе. При значительном увеличении угла микрофибрилл в слое S_2 , например в креновой древесине, значительно увеличивается и продольная усушка.

Таблица 7

Значения полной усушки древесины некоторых пород (по Полубоярину, 1997)

Порода	Плотность стандартная, кг/м ³	Полная усушка, %			
		объёмная	тангенциальная	радиальная	продольная
Ель	445	12,9	8,4	4,8	0,3
Пихта	375	11,7	8,4	3,3	0,1
Сосна	500	13,2	8,4	5,1	0,4
Кедр	435	11,1	7,8	3,6	0,2
Лиственница	665	15,6	10,5	5,7	0,3
Дуб	690	12,9	8,1	5,4	0,4
Ясень	680	13,5	8,4	5,4	0,2
Берёза	640	16,2	9,3	7,8	0,6
Бук	650	14,4	9,6	5,1	0,3
Граб	795	16,1	9,5	7,5	0,5
Клён	690	13,8	8,4	5,7	0,5
Орех	590	12,6	7,7	5,1	0,5
Груша	710	13,3	7,7	5,9	0,4
Осина	495	12,3	8,3	4,2	0,3
Ольха	525	13,5	8,3	5,7	0,5
Липа	495	14,2	8,5	6,2	0,3

Усушка древесины различных пород может сильно различаться, как по абсолютным значениям, так и по соотношению величины усушек в различных направлениях (табл. 7).

В среднем для большинства наших древесных пород полная усушка составляет: объёмная 12–16%, тангенциальная 6–12%, радиальная 3–6%, продольная 0,1–0,5%.

Древесные породы по величине объёмной усушки можно разделить на несколько групп:

- очень мало усыхающие — $\beta_V < 10\%$ (туя, кипарис, секвойя, можжевельник, веймутова сосна, бальза, тик, катальпа, павловния);
- мало усыхающие — $10\% \leq \beta_V < 12\%$ (многие хвойные, каштан, тополь, черешня, айлант, облепиха, и др.);
- средне усыхающие — $10\% \leq \beta_V < 14\%$ (некоторые хвойные, многие лиственные: ольха, осина, ива, орех, дуб, ясень, и др.);
- сильно усыхающие — $14\% \leq \beta_V < 18\%$ (лиственница, берёза, граб, бук);
- очень сильно усыхающие — $\beta_V \geq 18\%$ (кария, самшит, кизил, сирень, жимолость, некоторые виды чёрного дерева).

Вторым показателем, характеризующим процесс усушки древесины, является *коэффициент усушки* (K_{β}). Коэффициент усушки показывает величину усушки древесины, происходящей при снижении содержания связанной воды в образце на 1%.

Этот показатель также может рассчитываться для линейных размеров, площади или объёма образца древесины, например:

$$K_{\beta V} = \frac{\beta_{V\text{част.}}}{W_{\text{н}} - W_{\text{к}}} \quad (27)$$

или

$$K_{\beta V} = \frac{\beta_{V\text{max}}}{W_{\text{п.н.}}}, \quad (28)$$

где $K_{\beta V}$ — коэффициент объёмной усушки; $\beta_{V\text{част.}}$ — частичная объёмная усушка, %; $\beta_{V\text{max}}$ — полная объёмная усушка, %; $W_{\text{н}}$ — значение влажности, при котором начинается усушка, %; $W_{\text{к}}$ — значение влажности, при котором заканчивается усушка, %; $W_{\text{п.н.}}$ — предел насыщения клеточных оболочек, %.

Значения начальной и конечной влажности, в диапазоне между которыми может происходить усушка, должны находиться в пределах от $W_{\text{п.н.}}$ до 0%. При изменениях влажности в диапазоне выше $W_{\text{п.н.}}$ усушка не происходит.

2.7.2. Разбухание древесины

Разбухание древесины — явление противоположное усушке. Разбухание — это увеличение линейных размеров и объёма при поступлении в древесину (в клеточные оболочки) молекул воды из воздуха. Молекулы воды, внедряясь в межпарцеллярное пространство, вызывают появление (открытие) микрокапилляров (рис. 43), увеличение расстояния между микрофибриллами и увеличение толщины всей оболочки и образца древесины.

Разбухание происходит только в диапазоне от 0% до $W_{\text{п.н.}}$ (30%) при поступлении в древесину связанной воды. Дальнейшее увеличение влажности за счёт поступления в древесину свободной воды не будет вызывать разбухания.

Основным показателем, характеризующим процесс разбухания (его величину), является *разбухание* α . Аналогично усушке разбухание может быть полным (максимальным) или частичным.

Древесные породы по величине объёмной усушки можно разделить на несколько групп:

- очень мало усыхающие — $\beta_V < 10\%$ (туя, кипарис, секвойя, можжевельник, веймутова сосна, бальза, тик, катальпа, павловния);
- мало усыхающие — $10\% \leq \beta_V < 12\%$ (многие хвойные, каштан, тополь, черешня, айлант, облепиха, и др.);
- средне усыхающие — $10\% \leq \beta_V < 14\%$ (некоторые хвойные, многие лиственные: ольха, осина, ива, орех, дуб, ясень, и др.);
- сильно усыхающие — $14\% \leq \beta_V < 18\%$ (лиственница, берёза, граб, бук);
- очень сильно усыхающие — $\beta_V \geq 18\%$ (кария, самшит, кизил, сирень, жимолость, некоторые виды чёрного дерева).

Вторым показателем, характеризующим процесс усушки древесины, является *коэффициент усушки* ($K_{\beta V}$). Коэффициент усушки показывает величину усушки древесины, происходящей при снижении содержания связанной воды в образце на 1%.

Этот показатель также может рассчитываться для линейных размеров, площади или объёма образца древесины, например:

$$K_{\beta V} = \frac{\beta_{V\text{част.}}}{W_H - W_K} \quad (27)$$

или

$$K_{\beta V} = \frac{\beta_{V\text{max}}}{W_{\text{п.н.}}}, \quad (28)$$

где $K_{\beta V}$ — коэффициент объёмной усушки; $\beta_{V\text{част.}}$ — частичная объёмная усушка, %; $\beta_{V\text{max}}$ — полная объёмная усушка, %; W_H — значение влажности, при котором начинается усушка, %; W_K — значение влажности, при котором заканчивается усушка, %; $W_{\text{п.н.}}$ — предел насыщения клеточных оболочек, %.

Значения начальной и конечной влажности, в диапазоне между которыми может происходить усушка, должны находиться в пределах от $W_{\text{п.н.}}$ до 0%. При изменениях влажности в диапазоне выше $W_{\text{п.н.}}$ усушка не происходит.

2.7.2. Разбухание древесины

Разбухание древесины — явление противоположное усушке. Разбухание — это увеличение линейных размеров и объёма при поступлении в древесину (в клеточные оболочки) молекул воды из воздуха. Молекулы воды, внедряясь в межпарцеллярное пространство, вызывают появление (открытие) микрокапилляров (рис. 43), увеличение расстояния между микрофибриллами и увеличение толщины всей оболочки и образца древесины.

Разбухание происходит только в диапазоне от 0% до $W_{\text{п.н.}}$ (30%) при поступлении в древесину связанной воды. Дальнейшее увеличение влажности за счёт поступления в древесину свободной воды не будет вызывать разбухания.

Основным показателем, характеризующим процесс разбухания (его величину), является *разбухание* α . Аналогично усушке разбухание может быть полным (максимальным) или частичным.

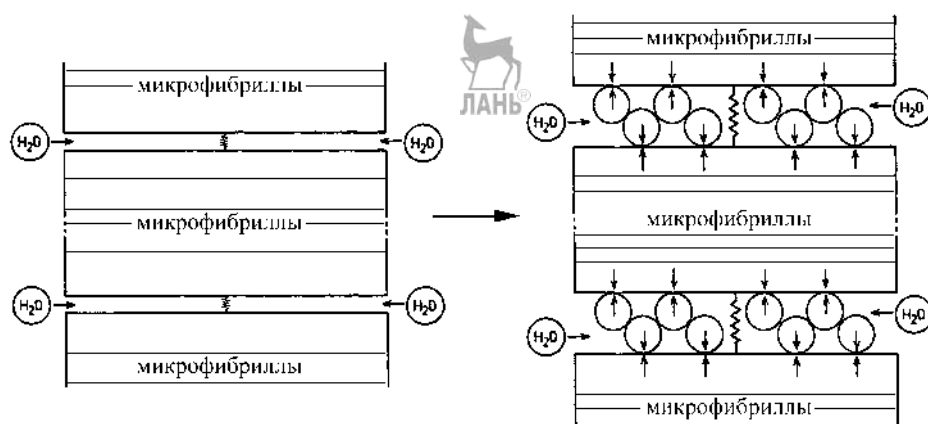


Рис. 43

Схема проникновения молекул воды в клеточную оболочку и разбухания древесины при сорбции (по Skaar, 1988)

Этот показатель также может рассчитываться для линейных размеров, площади или объёма образца древесины. Полное разбухание рассчитывается по уравнению

$$\alpha_{\max} = \frac{a_W - a_0}{a_0} \cdot 100, \quad (29)$$

где a_W — соответствующие размеры, площадь или объём образца при влажности W , большей или равной $W_{\text{пн}}$; a_0 — соответствующие размеры, площадь или объём образца в абсолютно сухом состоянии.

Частичное разбухание рассчитывается по уравнению

$$\alpha_{\text{част.}} = \frac{a_{W2} - a_{W1}}{a_0} \cdot 100, \quad (30)$$

где a_{W2} — соответствующие размеры, площадь или объём образца при конечной влажности W_2 , большей, равной или меньшей $W_{\text{пн}}$; a_{W1} — соответствующие размеры, площадь или объём образца при начальной влажности W_1 , меньшей $W_{\text{пн}}$; a_0 — соответствующие размеры, площадь или объём образца в абсолютно сухом состоянии.

Закономерности изменения разбухания аналогичны закономерностям усушки (табл. 8): разбухание обладает анизотропией (наибольшее в тангенциальном направлении, наименьшее — в продольном), зависит от породы, плотности древесины, размера образца.

Таблица 8

Полное разбухание древесины некоторых пород (по Полубояринову, 1997)

Порода	Плотность базисная, кг/м ³	Полное разбухание, %			
		объёмное	тангенциальное	радиальное	продольное
Ель	365	15,0	9,3	5,1	0,3
Пихта	310	13,2	9,3	3,3	0,1
Сосна	415	15,3	9,3	5,4	0,4

Порода	Плотность базисная, кг/м ³	Полное разбухание, %			
		объёмное	тангенциальное	радиальное	продольное
Кедр	360	12,3	8,4	3,6	0,2
Лиственница	540	18,0	11,7	6,0	0,3
Дуб	570	15,0	11,7	5,7	0,4
Ясень	560	15,6	9,3	5,7	0,2
Берёза	520	19,5	10,2	8,4	0,6
Бук	560	16,8	10,5	5,4	0,3
Граб	640	19,2	10,5	8,1	0,5
Клён	570	16,2	9,6	6,0	0,5
Орех	490	14,4	8,4	5,4	0,5
Груша	585	15,3	8,4	6,3	0,4
Осина	400	14,1	9,0	4,5	0,3
Ольха	430	15,6	9,0	6,0	0,5
Липа	410	16,5	9,3	6,6	0,3

Интенсивность процесса разбухания характеризуется *коэффициентом разбухания*, который показывает величину разбухания древесины, происходящего при увеличении содержания связанной воды на 1%:

$$K_{\alpha V} = \frac{\alpha_{\text{част.}V}}{W_{\text{н}} - W_{\text{к}}} \quad (31)$$

или

$$K_{\alpha V} = \frac{\alpha_{\text{max}V}}{W_{\text{п.н.}}} \quad (32)$$

При практическом использовании древесины разбухание часто выступает как негативное свойство древесины. Поэтому разработан целый ряд мер по снижению разбухания древесины:

- покрытие изделий из древесины лаками, красками или иными материалами, образующими поверхностную влагозащитную плёнку. Эта мера является наиболее простой, но временной, эффективной до момента нарушения целостности защитного покрытия;

- пропитка изделий из древесины различными веществами — мономерами, смолами (стиролами) является более эффективной мерой, за счёт проникновения защитного вещества в поверхностные слои древесины. К этим мерам можно отнести и пропитку полиэтиленгликолями археологических находок из древесины, долгое время пролежавших во влажной земле;

- пропарка (или проварка) древесины приводит к разрушению малостойких гемицеллюлоз, которые являются самыми гигрофильными веществами в древесине, в результате чего гигроскопичность всей системы снижается;

- термообработка (закалка) древесины используется, например, при производстве ДВП, широко использующихся в настоящее время при производстве термодревесины.

2.7.3. Напряжения в древесине

В процессе роста дерева в формирующейся древесине могут возникать внутренние напряжения. Появление таких напряжений связано не с приложением внешних нагрузок, а с изменениями строения и свойств формирующейся древесины — химического и клеточного состава, направления волокон (клеток), поперечных размеров клеток, длины клеток и толщины их оболочек, направления микрофибрилл в оболочке клеток, и т. д. Наиболее сильные напряжения могут реализовываться уже в растущем дереве, и приводить к изменению направления ствола или ветвей; такие напряжения возникают при формировании реактивной древесины — креновой древесины у хвойных пород и тяговой древесины у лиственных. В растущем дереве и, особенно после его валки и разделки ствола на сортименты, внутренние напряжения часто реализуются в виде метиковых трещин. При распиловке древесины из-за внутренних напряжений в пилопродукции могут появляться покоробленности.

При высыхании древесины в ней образуются сушильные напряжения, являющиеся совокупностью двух составляющих — влажностных и остаточных напряжений. Влажностные напряжения возникают из-за неравномерности высыхания древесины: в поверхностных слоях точка предела насыщения преодолевается раньше, и там начинается усушка, в то время как во внутренних слоях влажность может ещё не снизиться до предела насыщения, и усушки там не происходит. В результате в поверхностных слоях возникают растягивающие напряжения, а во внутренних — сжимающие.

Остаточные напряжения связаны с появлением в древесине неоднородных остаточных деформаций.

2.7.4. Растрескивание древесины при высыхании

При высыхании за счёт испарения воды из поверхностных слоёв древесины снижение влажности в этой зоне происходит быстрее. До тех пор, пока из древесины будет испаряться только свободная вода, усушки древесины происходить не будет (рис. 44А и Б).

Как только влажность поверхностных слоёв достигнет значений ниже предела насыщения оболочек, из этих слоёв начнет удаляться связанная вода, и в них произойдет усушка, в то время как во внутренних слоях усушки ещё не будет. Это приведёт к появлению влажностных напряжений в древесине.

Кроме этого, за счёт анизотропии, усушка в тангенциальном направлении будет значительно превышать усушку в радиальном направлении. Это ещё больше усилит внутренние напряжения в тангенциальных направлениях и будет приводить к появлению напряжений даже при относительно равномерном высыхании древесины.

Как только величина возникших внутренних напряжений превысит предел прочности на растяжение поперёк волокон (в первую очередь в тангенциальном направлении), в древесине начнут появляться трещины усушки (рис. 44В).

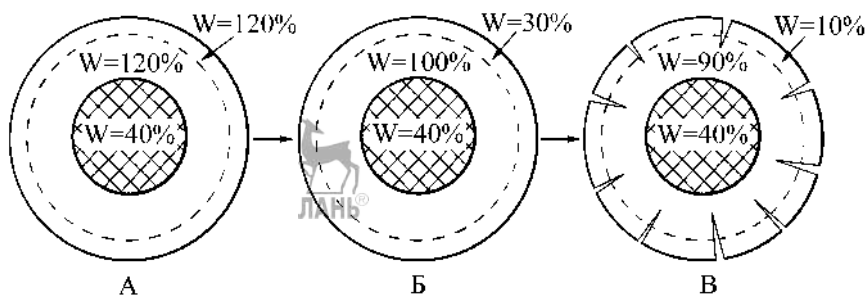


Рис. 44

Схема, иллюстрирующая появление трещин усушки при высыхании круглых лесоматериалов

За счёт разной величины усушки и различий в строении древесины разных пород неодинаково ведёт себя при высыхании и по-разному растрескивается. В значительной степени растрескиванию подвержена древесина лиственницы, бука, берёзы. У ели образуются более глубокие трещины, чем у сосны, но сосна образует большее количество трещин.

Большое значение имеет интенсивность процесса высыхания. Чем медленнее будет происходить высыхание, тем меньше древесина будет подвержена растрескиванию. Древесина зимней заготовки к осени растрескивается меньше, чем древесина летней заготовки, так как процесс высыхания начинается в менее контрастных условиях и происходит более постепенно и равномерно.

2.7.5. Коробление древесины при высыхании

Наличие в древесине внутренних напряжений, появление влажностных напряжений в процессе сушки, всевозможные отклонения в строении древесины и анизотропия усушки приводят к её короблению. Коробление — изменение начальной формы лесоматериала при высыхании и механической обработке. Наибольшее значение коробление имеет для пиломатериалов и заготовок.

Поперечная покоробленность досок возникает за счёт неоднородности строения древесины и разницы радиальной и тангенциальной усушки. В пилопродукции тангенциальной распиловки наружная пластъ всегда будет более тангенциальной, чем внутренняя. Поскольку тангенциальная усушка больше, при поперечном короблении изгиб всегда будет происходить с отклонением по кромкам наружу (рис. 45Б).

Продольная покоробленность возникает за счёт неоднородности строения древесины, наличия целого ряда пороков (крени, свилеватости, сучков и т. д.) и разницы усушки в продольном и в поперечных направлениях. Продольная покоробленность может возникать в плоскости кромки или в плоскости пласти, быть простой (одно искривление) или сложной (несколько разнонаправленных искривлений) (рис. 45В).

Специфичный вид покоробленности крыловатость (рис. 45Г) — сложная спиральная покоробленность по длине, которая возникает при наличии в стволе дерева тангенциального наклона волокон.

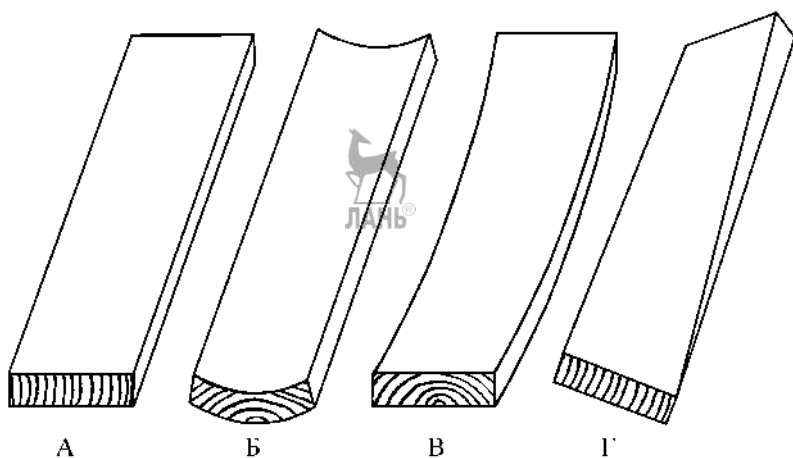


Рис. 45

Виды коробления пилопродукции:

A — коробления нет; *Б* — поперечная покоробленность; *В* — продольная покоробленность по пласти; *Г* — крыловатость.

2.8. Плотность древесины

Плотность является одним из наиболее важных показателей свойств древесины как материала. Плотность во многом определяется особенностями строения древесины, хорошо коррелирует со многими другими физическими и механическими свойствами, относительно легко измеряется и поэтому является комплексной характеристикой древесины.

Плотность, как и любой другой показатель свойств или строения древесины, сильно варьирует в пределах одной древесной породы и даже отдельного дерева. Поэтому следует помнить, что те «средние» значения плотности (равно как и других показателей древесины), которые обычно характеризуют данную породу и приводятся в различной справочной и иной литературе, не являются буквально средними, а некими условно принятыми, «типичными», по мнению приводящих эти значения авторов, значениями для данной породы.

2.8.1. Способы выражения (виды) плотности древесины

Плотность может измеряться как абсолютная величина, выражаемая в метрической системе в г/см^3 , кг/м^3 , или как относительная величина, не имеющая размерности.

Плотность древесины — это физическая величина, которая определяется массой древесины в единице объёма:

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad (33)$$

где ρ — плотность образца древесины, г/см^3 или кг/м^3 ; m — масса образца древесины, г или кг; V — объём образца древесины, см^3 или м^3 .

Поскольку древесина является сложным капиллярно-пористым материалом, включающим вещество в трёх различных фазах, объём и масса которого

изменяются при изменении влажности, в отличие от других материалов, имеющих одно значение плотности, существуют различные способы выражения плотности древесины. Плотность древесины может быть выражена любым из нижеприведённых способов.

1. *Плотность древесины во влажном состоянии* (при любой влажности).

Плотность древесины во влажном состоянии показывает весовое содержание всех веществ древесины в единице её объёма в момент измерения (при любой влажности):

$$\rho_W = \frac{m_W}{V_W}, \quad (34)$$

где ρ_W — плотность образца древесины при влажности W , г/см³ или кг/м³; m_W — масса образца древесины при влажности W , г или кг; V_W — объём образца древесины при влажности W , см³ или м³.

Значение этой плотности будет изменяться с изменением влажности древесины. Для любого образца древесины имеется множество значений ρ_W во всем диапазоне изменения влажности от абсолютно сухого состояния до максимальной влажности.

Частными случаями плотности во влажном состоянии являются: *плотность абсолютно сухой древесины, стандартная плотность, плотность свежесрубленной древесины, максимальная плотность*.

Плотность влажной древесины связана с плотностью абсолютно сухой древесины через влажность и разбухание:

$$\rho_W = \rho_0 \cdot \frac{100 + W}{100 + \alpha_V}, \quad (35)$$

где ρ_0 — плотность древесины в абсолютно сухом состоянии, г/см³ или кг/м³; W — влажность древесины, %; α_V — объёмное разбухание древесины, %.

Плотность влажной древесины — показатель, непосредственно измеряемый на древесине. Древесина, с которой производятся какие-либо работы, обладает именно этой плотностью; именно её мы ощущаем, беря образец древесины в руки. Данный показатель имеет большое практическое значение при расчётах процессов сплава древесины, валки деревьев, транспортировки свежесрубленной древесины и т. д. Данный вид плотности является теоретической основой для весового учёта древесного сырья.

2. *Плотность абсолютно сухой древесины* (= *плотность древесины в абсолютно сухом состоянии*).

Плотность абсолютно сухой древесины показывает весовое содержание твёрдых веществ (в абсолютно сухом состоянии) в единице объёма абсолютно сухой древесины:

$$\rho_0 = \frac{m_0}{V_0}, \quad (36)$$

где ρ_0 — плотность древесины в абсолютно сухом состоянии, г/см³ или кг/м³; m_0 — масса образца древесины в абсолютно сухом состоянии, г или кг; V_0 — объём образца древесины в абсолютно сухом состоянии, см³ или м³.

Данный показатель может непосредственно измеряться на древесине, после её высушивания до абсолютно сухого состояния. У каждого образца древесины имеется только одно значение ρ_0 , поэтому плотность абсолютно сухой древесины является одной из справочных характеристик древесины. Плотность древесины в абсолютно сухом состоянии может изменяться от 44 кг/м³ у бальзы до значений более 1300 кг/м³ у целого ряда тропических пород. Показатель данной плотности используется в целом ряде формул, например при определении пористости.

3. *Стандартная плотность древесины = плотность древесины при нормализованной влажности (плотность при стандартной влажности).*

Стандартная плотность древесины — это плотность древесины, определяемая по массе и объёму, которые устанавливаются после выдерживания древесины в определённых условиях (нормализации), обеспечивающих достижение влажности, условно принятой за стандартную (12%):

$$\rho_{12} = \frac{m_{12}}{V_{12}}, \quad (37)$$

где ρ_{12} — стандартная плотность древесины, г/см³ или кг/м³; m_{12} — масса образца древесины при $W = 12\%$, г или кг; V_{12} — объём образца древесины при $W = 12\%$, см³ или м³.

Для данного образца древесины имеется только одно значение ρ_{12} ; стандартная плотность является основной справочной характеристикой древесины. Упоминание плотности древесины без оговорки способа выражения плотности по умолчанию подразумевает стандартную плотность.

4. *Плотность свежезаготовленной древесины (древесины растущего дерева).*

Плотность свежезаготовленной древесины показывает весовое содержание всех веществ древесины при данной влажности (в момент рубки дерева) в единице объёма сырой (заготовленной) древесины (обычно при $W \geq W_{\text{п.н.}}$):

$$\rho_{\text{раст.}} = \frac{m_W}{V_{\text{max}}}, \quad (38)$$

где $\rho_{\text{раст.}}$ — плотность свежезаготовленной древесины, г/см³ или кг/м³; m_W — масса образца древесины при влажности в момент рубки дерева (заготовки) при влажности W , г или кг; V_{max} — объём образца древесины в момент рубки дерева (обычно при $W \geq W_{\text{п.н.}}$, поэтому $V_W = V_{\text{max}}$), см³ или м³.

Данный показатель имеет большое значение для оценки весовых параметров заготовленной древесины как товара. Необходимо учитывать, что плотность древесины в растущем дереве в пределах одной породы может существенно изменяться в зависимости от соотношения различных зон в стволе, возраста дерева, условий произрастания, времени заготовки и т. д. Значения данной плотности часто находятся в районе 1000 кг/м³, но могут быть и значительно ниже.

5. *Базисная плотность древесины.*

Физический смысл базисной плотности заключается в том, что она показывает весовое содержание древесинного вещества (в абсолютно сухом состоя-

нии) в единице объёма сырой (растущей, заготовленной или полностью разбухшей) древесины (при $W \geq W_{\text{п.н.}}$):

$$\rho_{\text{баз}} = \frac{m_0}{V_{\text{max}}}, \quad (39)$$

где $\rho_{\text{баз}}$ — базисная плотность древесины, г/см³ или кг/м³; m_0 — масса образца древесины в абсолютно сухом состоянии, г или кг; V_{max} — объём образца древесины при $W \geq W_{\text{п.н.}}$, см³ или м³.

Зная базисную плотность, можно определить вес собственно древесинного вещества, содержащегося в данном объёме древесины. Базисная плотность измеряется непосредственно на образцах древесины.

Для данного образца древесины имеется только одно значение базисной плотности, которое всегда будет меньше плотности при стандартной влажности и плотности в абсолютно сухом состоянии. Базисная плотность является также основной справочной характеристикой древесины.

Значения базисной плотности используются для определения выхода целлюлозы, для расчёта содержания сухого вещества древесины при весовой таксации насаждений, для определения многих других характеристик древесины и в различных технологических расчётах.

Значения разных видов плотности для некоторых пород приведены в таблице 9.

Таблица 9

Стандартная плотность, плотность абсолютно сухой древесины и базисная плотность древесины некоторых пород, кг/м³ (по Полубояринову, 1976)

Порода	ρ_{12}	ρ_0	$\rho_{\text{баз.}}$
Ель	426–484	402–457	342–388
Пихта	346–406	329–383	279–326
Кедр (сосна кедровая)	426–455	402–429	342–365
Сосна обыкновенная	465–568	439–536	373–456
Лиственница	634–723	603–687	494–564
Можжевельник	485	458	389
Тис	584–782	551–738	468–627
Осина	416–524	392–500	334–420
Тополь чёрный	396–554	374–523	318–444
Липа мелколистная	485	461	378
Ольха серая	452	427	363
Ольха чёрная	525–535	495–504	421–429
Ива белая	416	393	334
Берёза	614–679	584–646	479–530
Берёза Шмидта	970	923	757
Рябина	594	560	476
Орех грецкий	594	560	476
Бук	643–722	607–687	516–563
Граб	772–802	734–763	602–626
Груша	732	691	587
Клён	703	669	548
Дуб	604–726	570–685	484–582

Порода	ρ_{12}	ρ_0	$\rho_{\text{баз.}}$
Каштан	485	461	378
Ясень обыкновенный	663–723	626–682	532–580
Белая акация	772–822	734–782	602–641

6. *Плотность древесинного вещества (плотность вещества клеточных оболочек).*

Плотность древесинного вещества представляет собой массу единицы объёма смеси веществ, образующих клеточные оболочки в древесине:

$$\rho_{\text{д.в.}} = \frac{m_{\text{д.в.}}}{V_{\text{д.в.}}}, \quad (40)$$

где $\rho_{\text{д.в.}}$ — плотность древесинного вещества, г/см³ или кг/м³; $m_{\text{д.в.}}$ — масса клеточных оболочек в образце древесины в абсолютно сухом состоянии, г или кг; $V_{\text{д.в.}}$ — объём клеточных оболочек в образце древесины в абсолютно сухом состоянии, см³ или м³.

Вещества, входящие в состав клеточной оболочки, имеют близкую плотность: плотность лигнина составляет 1,38–1,46 г/см³, гемицеллюлоз — 1,50 г/см³, целлюлозы — 1,58 г/см³ (Christensen, Kelsey. 1959, Knigge, Schulz, 1966). Поэтому считается, что плотность древесинного вещества не зависит ни от древесной породы, ни от изменения химического состава и является постоянной величиной.

Различные методы определения плотности древесинного вещества дают различные значения этой плотности. Наиболее широко применяется значение плотности древесинного вещества, определённого с использованием воды в качестве жидкости, заполняющей пустоты древесины. По результатам определения на многих древесных породах это значение составило 1,53 г/см³ или 1530 кг/м³ (Wilfong, 1966).

Любой вид плотности любой древесины всегда будет меньше величины плотности древесинного вещества, поскольку в древесине растущего дерева должно быть некоторое количество пустот (полостей клеток, пор) для проведения воды в крону.

2.8.2. Методы определения плотности древесины

Существует множество различных способов определения плотности древесины и материалов на её основе. Поскольку определение массы не представляет сложностей для образцов различных размеров и формы, часто (но не всегда) различные методы определения плотности сводятся к различным методам определения объёма образца древесины. Ниже рассмотрены основные методы отбора образцов и определения плотности древесины.

Методы определения плотности древесины могут быть прямыми и косвенными; для некоторых методов требуется изготовление образцов определённой формы, другие допускают использование образцов любой формы.

Определение плотности на образцах правильной формы

Методы, объединённые в эту группу, требуют использования образцов правильной геометрической формы (для определения объёма по измерениям), или определённой толщины.

Стереометрический метод определения плотности

Главным условием для стереометрического метода определения плотности является правильная и удобная для измерения и расчёта объёма форма образцов.

Образцы могут изготавливаться стандартной формы (20×20×30 мм), или иной правильной призматической формы (например, отрезок доски, бруса), в виде отрезка цилиндра и т. д. Образцы первого типа целесообразно использовать при последующих измерениях усушки, разбухания или прочности на сжатие.

В зависимости от вида определяемой плотности, при соответствующих значениях влажности масса определяется взвешиванием образцов, а объём по результатам измерений размеров штангенциркулем или микрометром и расчётом по тем или иным формулам. Плотность рассчитывается по приведённым выше уравнениям.

Источниками ошибок при определении плотности образцов стереометрическим методом являются: отклонение формы образцов от правильной (непараллельность сторон), наличие неровностей (риски, вырывы), механические повреждения, коробление при сушке.

Определение плотности на образцах неправильной формы

Преимущество этих методов в том, что их использование не требует изготовления образцов правильной геометрической формы: могут использоваться выколотые сектора, образцы расколотой древесины, образцы щепы и т. д. Масса образцов любой формы легко определяется взвешиванием. Сложности возникают с определением объёма образцов неправильной формы, поэтому приведённые ниже различные способы определения плотности сводятся к способам определения объёма в том или ином состоянии. Соответствующая плотность вычисляется по одному из уравнений.

Определение плотности (объёма) вытеснением воды

Существуют две разновидности данного метода.

В первом случае используется ёмкость со сливной трубкой (рис. 46). Сосуд заполняется водой так, чтобы некоторое количество воды вытекло через сливную трубку. Когда вытекание воды прекратится, под сливную трубку подставляется пустая отградуированная мензурка. В ёмкость погружается наколотый на тонкую иглу образец древесины. Вытесненная образцом вода стекает в мензурку, где и определяется её объём, равный объёму погружённого образца.

Во втором случае в градуированной ёмкости с водой (рис. 46) снимаются отсчёты до погружения образца древесины и после погружения образца, наколотого на тонкую иглу. По разнице отсчётов определяется объём погружённого образца.

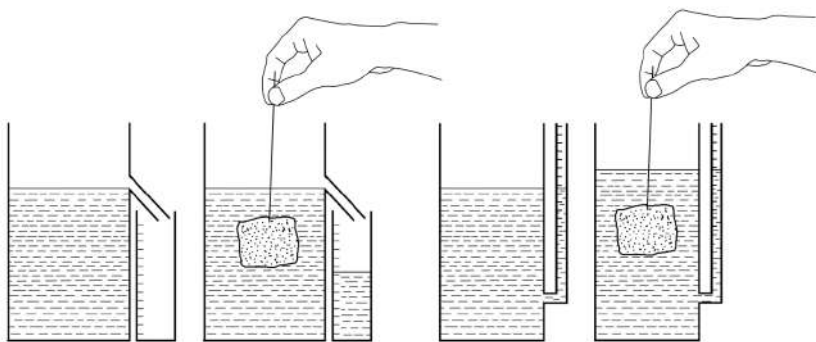


Рис. 46

Схема определения плотности (объёма) методом вытеснения воды

Основной недостаток этого метода — относительно низкая точность измерения. Кроме этого, при измерении объёма относительно сухой древесины она будет впитывать воду; при измерении образцов разного размера требуется набор измерительных сосудов разной ёмкости.

Определение плотности (объёма) методом гидростатического взвешивания

Данный способ основан на законе Архимеда, согласно которому тело, погружённое в жидкость, теряет в своем весе столько, сколько весит вытесненная данным телом жидкость. Данный метод является наиболее точным и распространённым. На базе этого метода были даже разработаны рекомендации по определению объёма круглых лесоматериалов РД 13–2001–00.

Образец древесины сначала взвешивается в воздухе, а затем — в жидкости известной плотности. В качестве жидкости обычно используется вода.

Для того чтобы образец древесины не всплывал, на весах закрепляется груз необходимого веса (рис. 47), масса которого вычитается из измерений.

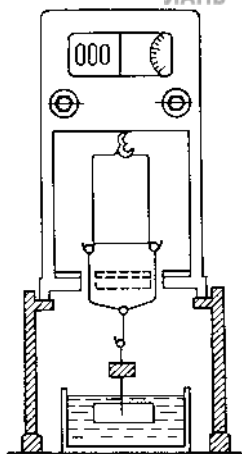


Рис. 47

Определение плотности (объёма) древесины методом гидростатического взвешивания (по Wedel, 1962)

Пренебрегая плотностью воздуха, равной $1,2 \text{ кг/м}^3$, формула для расчёта плотности имеет вид:

$$\rho = \frac{m_{\text{взд.}}}{m_{\text{взд.}} - m_{\text{жд.}}} \cdot \rho_{\text{жд.}}, \quad (41)$$

где $m_{\text{взд.}}$ — масса образца на воздухе, г или кг; $m_{\text{жд.}}$ — масса образца после погружения в жидкость, г или кг; $\rho_{\text{жд.}}$ — плотность жидкости, г/см^3 или кг/м^3 .

Несмотря на то что данный метод на сегодняшний день распространён настолько широко, что многие современные электронные весы комплектуются специальными приспособлениями для гидростатического взвешивания, для измерения образцов древесины данный метод не очень удобен.

К недостаткам метода применительно к определению плотности именно древесины относятся: необходимость менять и подбирать груз при определении объёма образцов древесины разной влажности или объёма; неудобство работы с материалом, впитывающим воду, в условиях ограниченного пространства под весами. При необходимости можно покрывать образцы влагозащитными составами или использовать плохо впитывающуюся жидкость, не вызывающую разбухания древесины; однако такие образцы, как правило, становятся непригодными для дальнейших исследований.

Определение плотности (объёма) методом измерения выталкивающей силы образцов, погружённых в жидкость

Этот метод близок к предыдущему по используемым принципам, но гораздо лучше подходит для древесины.

Суть метода заключается в том, что сначала взвешивается сосуд с жидкостью (водой), затем взвешивается тот же сосуд с погружённым в воду образцом древесины, наколотым на тонкую иглу (рис. 48). При плотности воды равной 1,0 разница масс численно даёт искомый объём образца.

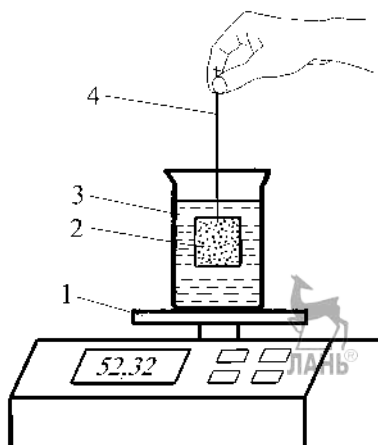


Рис. 48

Определение плотности (объёма) древесины методом измерения выталкивающей силы:
 1 — чаша весов; 2 — образец древесины; 3 — сосуд с водой; 4 — игла.

Расчёт плотности производится по формуле 41.

Использование современных электронных весов платформенного типа позволяет легко и быстро погружать наколотые на тонкую иглу образцы древесины различного размера, а использование электронных весов с функцией «тара» позволяет ограничиться одним измерением, что значительно ускоряет работу.

Этот метод даёт хорошую точность и наиболее пригоден при массовых определениях плотности.

2.8.3. Изменчивость плотности древесины

Как и другие показатели свойств древесины, плотность очень сильно изменяется не только между разными древесными породами, но и в пределах одной породы (табл. 10, 11).

Таблица 10

Плотность древесины некоторых хвойных и лиственных пород

Порода	Стандартная плотность древесины ρ_{12} , кг/м ³		
	минимальная	средняя	максимальная
Сосна	260–280	500	800
Ель	280	450	700
Бук	450	670	910
Дуб	420	690	800

Таблица 11

Плотность древесины некоторых хвойных и лиственных пород (по Kollmann, 1951)

Порода	Плотность в абсолютно сухом состоянии, г/см ³			Плотность при влажности 15%, г/см ³			Базисная плотность кг/м ³
	min	средняя	max	min	средняя	max	
Ель <i>Picea abies</i>	0,30	0,43	0,64	0,33	0,47	0,68	380
Лиственница <i>Larix decidua</i>	0,40	0,55	0,82	0,44	0,59	0,85	480
Сосна <i>Pinus sylvestris</i>	0,30	0,49	0,86	0,33	0,52	0,89	430
Тополь <i>Populus nigra</i>	0,37	0,41	0,52	0,41	0,45	0,56	370
Ясень <i>Fraxinus excelsior</i>	0,41	0,65	0,82	0,45	0,69	0,86	550
Самшит <i>Buxus sempervirens</i>	0,79	0,92	0,97	0,83	0,95	1,00	730
Бальза <i>Ochroma pyramidale</i>	0,05	0,13	0,41	0,07	0,16	0,44	130
Лимба <i>Terminalia superba</i>	0,36	0,54	0,61	0,46	0,58	0,66	470
Бакаут <i>Guaiacum officinale</i>	0,95	1,23	1,31	0,97	1,23	1,30	910

У сосны и ели лёгкая древесина будет формироваться в хороших условиях роста у наиболее крупных экземпляров деревьев; плотная древесина хвойных будет узкослойной, образующейся в более суровых условиях, например на севере. Плотная древесина дуба будет широкослойной, образующейся в хоро-

ших условиях роста; лёгкая древесина — узкослойная, у угнетённых, старых деревьев, у деревьев в плохих условиях роста.

Факторы, определяющие изменчивость плотности древесины

При оценке изменчивости плотности древесины в первую очередь следует оценивать факторы, определяющие количество древесинного вещества в объёме древесины, т. е. влияющие на базисную плотность или другие виды плотности, не зависящие от влажности древесины.

Древесина любого древесного растения формируется под воздействием множества внутренних и внешних факторов. Количество и качество формируемой древесины, в том числе и плотность, зависят от температурных условий окружающей среды и продолжительности вегетационного периода, количества солнечной радиации и осадков, почвенно-грунтовых условий, состава и густоты насаждения, возраста дерева, развитости кроны и корневой системы, камбиальной активности и продолжительности клеточного цикла, клеточного состава и особенностей формируемых клеток древесины, воздействия экстремальных факторов (сильного ветра, подтопления, пожаров) и т. д.

Действие многих факторов, влияющих на формирование древесины, взаимосвязано. Поэтому, часто очень трудно выявить влияние на плотность древесины какого-либо одного фактора. Ниже рассмотрены основные факторы, определяющие изменение плотности древесины.

Толщина клеточной оболочки — это основополагающий фактор, который определяет влияние на изменчивость плотности древесины почти всех других факторов. На рисунке 49 представлено пропорциональное схематичное изображение размера усреднённой клеточной оболочки и полости клеток древесных пород с резко различающейся плотностью древесины.

Поскольку вещество, образующее клеточную оболочку, имеет одинаковую плотность, увеличение толщины клеточных оболочек будет приводить к увеличению плотности древесины.

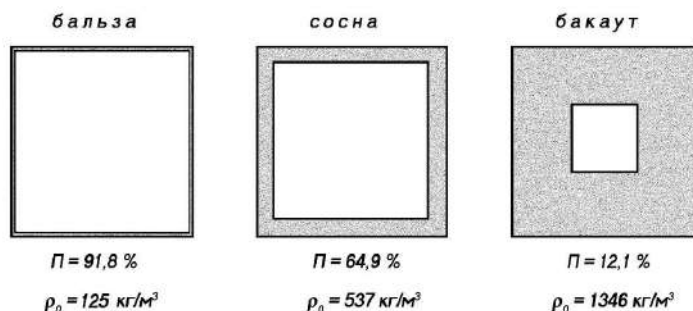


Рис. 49

Схематичное изображение соотношения размеров усреднённой клеточной оболочки и полости клетки у бальзы, сосны и бакаута

Из схемы также видно, что для обеспечения механической прочности ствола достаточно иметь очень тонкую клеточную оболочку. С другой стороны, у пород даже с очень плотной древесиной (бакаут, чёрное дерево) в толсто-

стенных клетках имеются относительно большие полости для успешного проведения воды в крону.

Поздняя древесина в годичном слое содержит клетки с более толстыми оболочками и узкими полостями, резко повышающими её плотность (рис. 50). Поэтому, чем больше разница в строении ранней и поздней древесины и чем больше *процент поздней древесины*, тем выше плотность всего образца древесины.

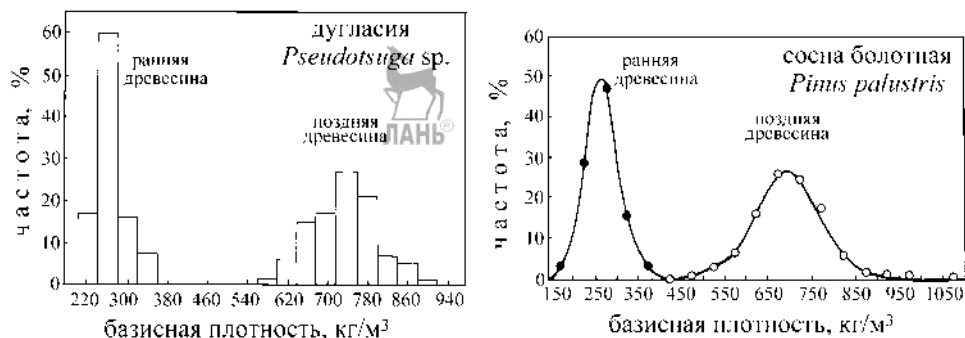


Рис. 50

Характеристика базисной плотности ранней и поздней древесины дугласии *Pseudotsuga sp.* (А, по Smith, 1955) и сосны болотной *Pinus palustris* Mill. (В, по Paul, 1939)

Наиболее ярко эта зависимость выражена в древесине хвойных и лиственных кольцесосудистых пород. Плотность древесины увеличивается с повышением процента поздней древесины по закону, приближённом к прямолинейной зависимости.

Зависимость плотности древесины от *ширины годичных слоёв* проявляется по-разному у древесных пород из различных групп.

В древесине хвойных пород в целом наблюдается снижение плотности древесины с увеличением ширины годичных слоёв (рис. 51, 52). Это связано с тем, что увеличение ширины годичного слоя у хвойных пород происходит в большей степени за счёт увеличения доли формирующейся летом менее плотной ранней древесины.

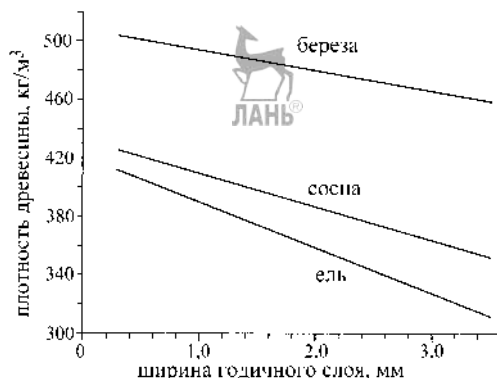


Рис. 51

Зависимость плотности древесины от ширины годичного слоя (по Hakkila, 1966)

В то же время, при образовании очень узких годовичных слоёв, плотность древесины многих хвойных также падает; такая древесина формируется, например, у сосны обыкновенной при произрастании на неосушенных болотах.

В древесине лиственных кольцесосудистых пород наблюдается обратная зависимость: плотность возрастает с увеличением ширины годовичных слоёв, причем особенно сильно при увеличении ширины узких слоёв (рис. 52, 53). Это связано с тем, что у лиственных кольцесосудистых пород ранняя зона очень пористая, содержит много крупных сосудов, а увеличение ширины годовичного слоя в более широких слоях происходит за счёт увеличения доли формирующейся летом более плотной поздней древесины.

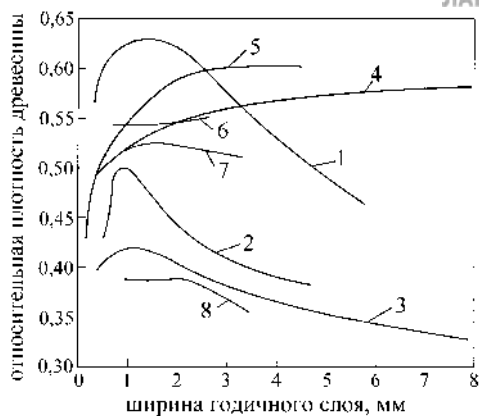


Рис. 52

Связь плотности древесины с шириной годовичных слоёв у некоторых пород (по Kollmann, Côté, 1984):

1 — лиственница; 2 — сосна смолистая; 3 — сосна веймутова; 4 — ясень; 5 — дуб; 6 — бук; 7 — клён; 8 — осина.

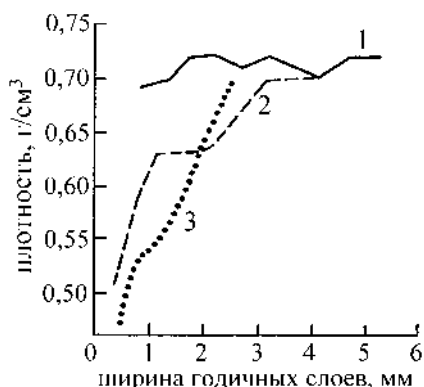


Рис. 53

Связь плотности древесины с шириной годовичных слоёв у дуба (по Knigge, Schulz, 1966):

1 — возраст до 60 лет; 2 — возраст 61–120 лет; 3 — возраст 120 и более лет.

В древесине лиственных рассеянносудистых пород с увеличением ширины годовичных слоёв изменение плотности не выражено (рис. 51, 52). Это связано с тем, что у лиственных рассеянносудистых пород не выражено разделение древесины в годовичном слое на раннюю и позднюю.

Соотношение объёмов анатомических элементов (клеточный состав) также может сильно повлиять на плотность древесины. Зависимость плотности древесины от соотношения составляющих её клеток тесно связано с тремя предыдущими факторами. С увеличением доли толстостенных элементов и уменьшением доли широкополостных клеток будет происходить увеличение плотности. Поскольку у различных пород клетки одного вида могут характеризоваться разными размерами (в первую очередь поперечными) и разной толщиной оболочек, зависимость плотности от клеточного состава неоднозначна. У пород, древесина которых состоит из резко различающихся клеток (ранних и поздних трахеид у многих хвойных, крупных сосудов и толстостенного либриформа у некоторых лиственных пород), влияние клеточного состава будет чётко прослеживаться. У пород с мало различающи-

мися, с точки зрения плотности, клетками (например, с мелкими сосудами и тонкостенным либриформом), это влияние будет не столь очевидным.

Из неанатомических факторов определённое влияние на плотность древесины может оказать *химический состав* древесины. Считается, что все вещества, входящие в состав клеточной оболочки, имеют примерно одинаковую плотность. Поэтому изменения в соотношении целлюлозы, гемицеллюлоз и лигнина в древесине практического влияния на плотность древесины не оказывают.

Существенное влияние на плотность древесины может оказать повышенное содержание экстрактивных веществ. Эти вещества замещают воздух в полостях клеток и имеют плотность, значительно превышающую плотность воздуха. Поэтому, с увеличением содержания экстрактивных веществ, например смолы (плотность около 1000 кг/м^3), плотность древесины значительно возрастает.

Плотность древесины значительно изменяется не только в пределах породы, но и внутри ствола одного дерева. Поэтому на плотность будет влиять *положение образца древесины внутри ствола дерева*.

Изменение плотности древесины *по радиусу ствола* связано с изменениями строения древесины формируемых годовичных слоёв в результате меняющихся климатических условий, почвенно-грунтовых условий, влияния окружающих деревьев, возрастных изменений, и т. д.

У хвойных пород, при отсутствии существенного влияния изменяющихся внешних факторов, или изменений условий роста дерева, плотность древесины ($\rho_{\text{баз}}$, ρ_0 , ρ_{12}) в стволе по направлению от сердцевины к коре обычно увеличивается (рис. 54, 55). В основном это связано с тем, что с увеличением возраста дерева происходит снижение прироста, а следовательно, уменьшение ширины годовичных слоёв и, связанное с этим у хвойных, увеличение доли поздней древесины и плотности.

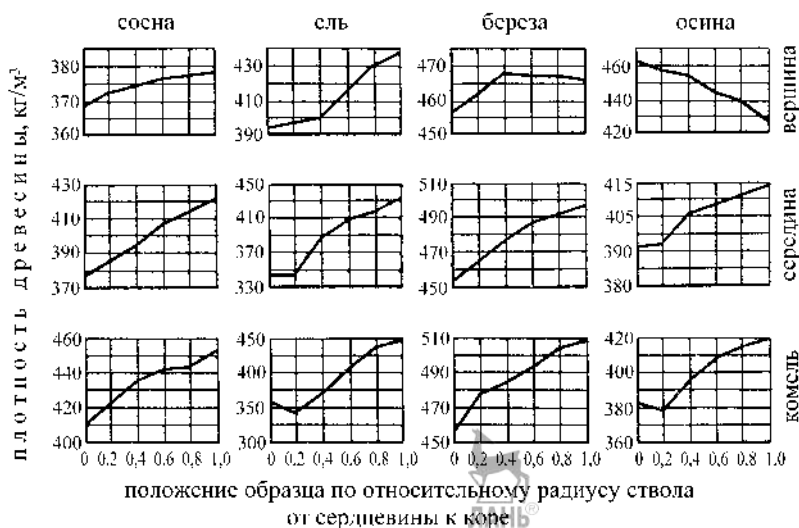


Рис. 54

Изменение плотности древесины по радиусу в вершинной, средней и комлевой частях ствола хвойных и лиственных пород (по Полубояринову, 1976)

У лиственных рассеяннососудистых пород может наблюдаться такая же закономерность или может происходить снижение плотности от центра к коре (рис. 54, 55).

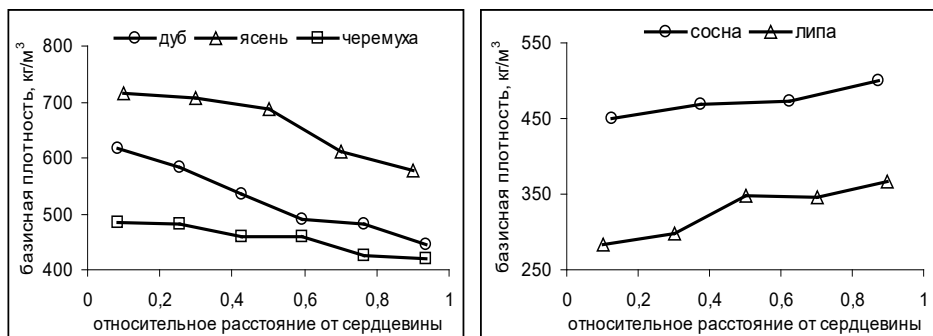


Рис. 55

Изменение плотности древесины некоторых пород по радиусу ствола

У лиственных кольцесосудистых пород плотность древесины от центра к коре при аналогичных условиях снижается (рис. 54): возрастное снижение прироста приводит к снижению доли поздней древесины и, как следствие, снижению плотности.

Данные закономерности не являются абсолютными. На изменение плотности по радиусу ствола оказывают влияние и многие другие факторы, например, изменение погодных условий или условий произрастания дерева, которые вносят коррективы в данную закономерность и в реальной древесине делают её более сложной.

На изменение плотности ($\rho_{\text{баз}}$, ρ_0 , ρ_{12}) по высоте ствола оказывает влияние целый ряд факторов. С повышением высоты отбора образца древесины по высоте ствола происходит снижение биологического возраста древесины, изменяется соотношение ядра и заболони, ширины годовичных слоёв и т. д. Значительное влияние на плотность древесины ствола оказывает крона дерева.

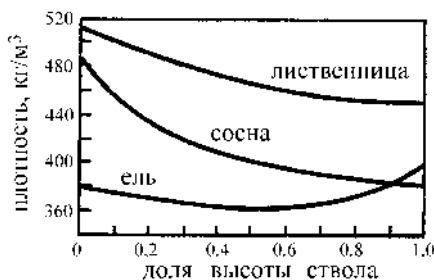


Рис. 56

Закономерности изменения базисной плотности по высоте ствола у некоторых хвойных пород (по Полубояринову, 1976)

У таких пород, как ель, дуб, бук, ольха, осина, рябина, черёмуха и др., плотность древесины в направлении от корня к вершине сначала снижается,

а затем снова увеличивается (рис. 56, 57). У сосны, кедра, лиственницы обычно происходит постепенное снижение плотности от основания к вершине.

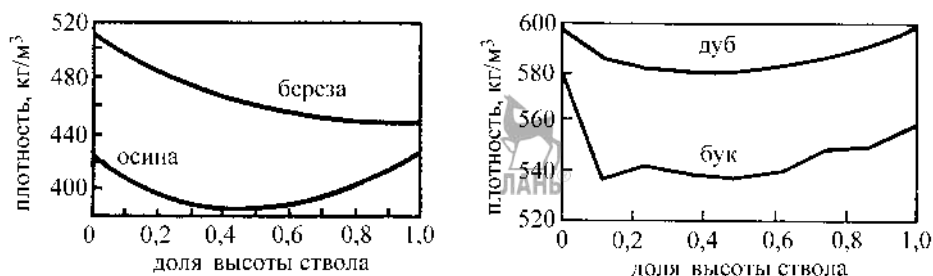


Рис. 57

Закономерности изменения базисной плотности по высоте ствола у некоторых лиственных пород (по Полубояринову, 1976)

Рассмотренные выше факторы влияют на изменение плотности через изменение доли древесинного вещества в древесине, как трёхфазной системе. Изменение соотношения содержащихся в древесине воды и воздуха не может повлиять на базисную плотность, плотность в абсолютно сухом состоянии или стандартную плотность, но приведёт к значительному изменению плотности влажной древесины (ρ_w). Влияние *влажности* на изменение плотности древесины представлено на диаграмме Кольмана (рис. 58).

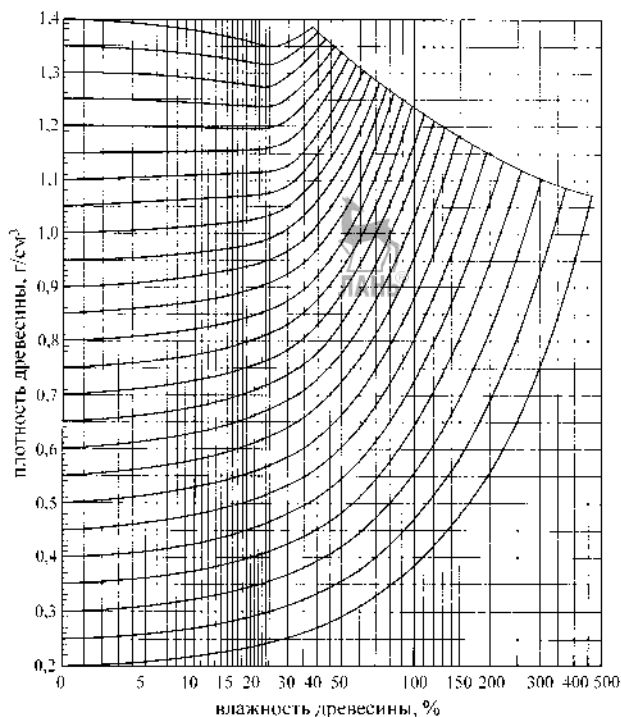


Рис. 58

Изменение плотности древесины ρ_w с повышением влажности (по Kollman, Côté, 1984)

На изменение плотности до предела насыщения клеточных оболочек оказывает влияние параллельное изменение массы и объёма образца древесины.

У древесных пород с плотностью древесины $\rho_0 < 1,1 \text{ г/см}^3$ при увеличении влажности за счёт поступления связанной воды происходит *повышение* плотности, причем более интенсивное у пород с лёгкой древесиной.

У древесных пород, отличающихся очень плотной древесиной ($\rho_0 > 1,2 \text{ г/см}^3$), поступление связанной воды вызывает *снижение* плотности древесины, так как увеличение объёма, происходящее за счёт разбухания, больше увеличения массы, происходящего за счёт поступления связанной воды.

После полного насыщения клеточных оболочек объём образца не увеличивается, и плотность линейно возрастает с увеличением влажности (массы образца).

Плотность свежесрубленной древесины зависит от содержания древесинного вещества, а следовательно, от ρ_0 и от $\rho_{\text{баз.}}$; от влажности древесины, в основном от содержания свободной воды; от времени года (времени рубки дерева) — летом значения плотности ниже, зимой — выше; от диаметра ствола (по крайней мере, у хвойных пород); от положения образца древесины по высоте и радиусу ствола; от соотношения заболони и ядра; от географического положения.

По плотности древесины в абсолютно сухом состоянии все древесные породы мира можно разделить на следующие пять групп:

- *ультралёгкая древесина* ρ_0 до 200 кг/м^3 (бальза, баобаба, амбач, аннона, квино, альстония, эритрина и др.);
- *лёгкая древесина* ρ_0 $200\text{--}499 \text{ кг/м}^3$ (многие хвойные и мягкие лиственные породы: ель, пихта, сосна, тополь, ольха, осина, ива, липа и т. д.);
- *древесина средней плотности* ρ_0 $500\text{--}699 \text{ кг/м}^3$ (лиственница, каштан, клён, берёза, вяз, бук, ясень, дуб, вишня, рябина, черёмуха);
- *плотная древесина* ρ_0 $700\text{--}999 \text{ кг/м}^3$ (акация белая, граб, самшит, железное дерево, берёза Шмидта, гледичия, кизил, фисташка, жимолость, сирень, барбарис);
- *сверхплотная древесина* ρ_0 более 1000 кг/м^3 (бакаут, квебрахо, чёрное дерево и др.).

2.8.4. Пористость древесины

Пористость древесины — это объём внутренних пустот древесины, выраженный в процентах от объёма древесины в абсолютно сухом состоянии:

$$\Pi = \frac{V_{\text{пустот}}}{V_0} \cdot 100 \quad (42)$$

или

$$\Pi = \frac{V_0 - V_{\text{д.в.}}}{V_0} \cdot 100 = \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho_{\text{д.в.}}}\right) \cdot 100, \quad (43)$$

где Π — пористость древесины, %; $V_{\text{пустот}}$ — объём пустот в образце древесины в абсолютно сухом состоянии, см^3 или м^3 ; V_0 — объём образца древесины в абсолютно сухом состоянии, см^3 или м^3 ; $V_{\text{д.в.}}$ — объём древесинного вещества в образце древесины в абсолютно сухом состоянии, см^3 или м^3 ; ρ_0 — плотность

древесины в абсолютно сухом состоянии, г/см³ или кг/м³; $\rho_{\text{д.в.}}$ — плотность древесинного вещества, г/см³ или кг/м³.

С увеличением плотности абсолютно сухой древесины, пористость уменьшается: при плотности ρ_0 древесины 0,3 г/см³ пористость составит 80%; при плотности 0,5 г/см³ — 67%; при плотности 0,7 г/см³ — 54%; при плотности 0,9 г/см³ — 41%.

Древесина, как трёхфазная система, состоит из древесинного вещества и пустот (полостей клеток), заполненных водой или воздухом. Количество древесинного вещества, а в некоторых случаях и воды, в объёме древесины оценивается показателями плотности.

Целый ряд показателей оценивает древесину с противоположной стороны — по количеству пустот (полостей) в ней и заполненности их воздухом или водой.

Пористость древесины — это объём внутренних пустот древесины, выраженный в процентах от объёма древесины в абсолютно сухом состоянии:

$$\Pi = \frac{V_{\text{пустот}}}{V_0} \cdot 100 \quad (44)$$

или

$$\Pi = \frac{V_0 - V_{\text{д.в.}}}{V_0} \cdot 100 = \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho_{\text{д.в.}}} \right) \cdot 100, \quad (45)$$

где Π — пористость древесины, %; $V_{\text{пустот}}$ — объём пустот в образце древесины в абсолютно сухом состоянии, см³ или м³; V_0 — объём образца древесины в абсолютно сухом состоянии, см³ или м³; $V_{\text{д.в.}}$ — объём древесинного вещества в образце древесины в абсолютно сухом состоянии, см³ или м³; ρ_0 — плотность древесины в абсолютно сухом состоянии, г/см³ или кг/м³; $\rho_{\text{д.в.}}$ — плотность древесинного вещества, г/см³ или кг/м³.

С увеличением плотности абсолютно сухой древесины пористость уменьшается: при плотности ρ_0 древесины 0,3 г/см³ пористость составит 80%; при плотности 0,5 г/см³ — 67%; при плотности 0,7 г/см³ — 54%; при плотности 0,9 г/см³ — 41%.

Из приведённых данных видно, что даже очень плотная древесина содержит достаточное количество полостей и вполне может выполнять проводящую функцию.

3. МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСИНЫ

Механические свойства — это способность древесины сопротивляться воздействию внешних сил.

В стволе растущего дерева под действием массы ствола и кроны, ветровых и снеговых нагрузок на древесину оказывают действие различные силы: силы сжатия, растяжения, изгибающие и крутящие силы. Для удержания кроны и сохранения целостности ствола и всего дерева, его древесина должна выдерживать все механические нагрузки, возникающие в процессе жизни дерева. Следует обратить внимание, что древесина хорошо адаптирована к обычным нагрузкам, и даже у деревьев с древесиной невысокой плотности она хорошо справляется с ними.

В то же время, древесина ни одного дерева не приспособлена к выдерживанию нетипичных, экстремальных нагрузок (возникающих, например, при ураганном ветре или сильном обледенении).

Также древесина не приспособлена к нагрузкам, которые обычно не возникают в стволе в течение жизни дерева (например, скалывание, раскалывание, растяжение или сжатие поперёк волокон).

При использовании древесины или её механических испытаниях на неё могут воздействовать силы различного характера:

- *статические силы*, при которых нагрузка возрастает медленно, плавно, постепенно;
- *динамические силы* характеризуются резким, ударным приложением всей нагрузки;
- *вибрационные силы* характеризуются частым изменением величины и направления приложения нагрузки;
- *долговременные силы* действуют при длительном воздействии нагрузки, например, при использовании древесины в зданиях.

3.1. Классификация механических свойств древесины

Механические свойства древесины обычно разделяют на три группы.

Прочностные свойства. Прочность — это способность материала сопротивляться разрушению (распадению на части); показатель прочностных свойств — предел прочности, который обозначается σ при приложении нагрузки перпендикулярно сопротивляющейся поверхности, и τ при приложении нагрузки параллельно (по касательной) сопротивляющейся поверхности.

Деформативные свойства характеризуют изменение формы и размеров материала под воздействием внешних сил (жёсткость).

Технологические и эксплуатационные свойства объединяют различные свойства, важные для отдельных направлений использования древесины, например, твёрдость, ударная вязкость, сопротивление истиранию, способность к загибу и т. д.

3.2. Особенности механических свойств древесины

Одной из основных особенностей механических свойств древесины является их ярко выраженная *анизотропия*. Строгая ориентация молекул и микрофибрилл целлюлозы, различных, в первую очередь прозенхимных, клеток, определённая ориентация зон годичных слоёв, сердцевинных лучей, приводит к резким и закономерным различиям механических свойств в зависимости от направления приложения нагрузки и сопротивляющейся плоскости. Так, прочность на сжатие в продольном направлении примерно на порядок выше, чем при сжатии поперёк волокон.

Второй важной особенностью является зависимость практически всех механических свойств древесины от *влажности*.

На прочность древесины оказывает влияние изменение содержания связанной воды, которая находится в клеточных оболочках. Изменение содержания связанной воды приводит к резкому изменению структуры оболочки. В абсолютно сухом состоянии в оболочке отсутствуют микрокапилляры, её структура более плотная и лучше сопротивляется механическим нагрузкам; при насыщении оболочки связанной водой она становится более рыхлой и хуже сопротивляется нагрузкам.

Поэтому показатели механических свойств древесины приводятся при условно принятой стандартной (нормализованной) влажности 12% (ранее значения приводились при влажности 15%) и при полном насыщении клеточных оболочек водой (при влажности 30% и более).

Для получения сопоставимых результатов испытаний древесины после испытаний комнатно сухой древесины при влажности, близкой к 12%, показатели механических свойств (кроме деформативных) приводятся к стандартной влажности по формуле

$$\sigma_{12} = \sigma_W \cdot (1 + \alpha \cdot (W - 12)), \quad (46)$$

где σ_{12} — прочность при стандартной влажности, МПа; σ_W — прочность при влажности древесины в момент испытания, МПа; W — влажность древесины в момент испытания, %; α — поправочный коэффициент на влажность.

Третья важная особенность механических, впрочем, как и других свойств древесины — *большая изменчивость свойств*. Значительная изменчивость механических свойств древесины в пределах одной породы определяется высокой изменчивостью микро- и макроскопического строения древесины, связанной с различными условиями роста и формирования древесины в различных насаждениях, у разных деревьев, в разных зонах ствола, и т. д. Высокая изменчивость свойств предполагает проведение испытаний не одного или нескольких, а больших серий образцов, обеспечивающих получение статистически достоверных и точных результатов.

Четвертая особенность — показатели всех механических свойств древесины получают при испытаниях *малых чистых образцов*. Эти образцы изготавливаются определённой формы и размеров (обычно небольших) в соответствии с требованиями стандартов; они не должны включать каких-либо пороков или отклонений в строении древесины.

3.3. Характеристика отдельных механических свойств древесины

3.3.1. Прочность древесины при сжатии

Определение предела прочности при сжатии производят на образцах правильной призматической формы. Различают три вида испытаний: сжатие вдоль волокон, сжатие поперёк волокон и местное смятие поперёк волокон.

Предел прочности при сжатии вдоль волокон является наиболее представительным, универсальным показателем механических свойств. Простая форма образца и простота испытаний обеспечила накопление базы данных пределов прочности при сжатии вдоль волокон практически по всем изученным древесным породам.

Для испытаний изготавливается образец с размерами, близкими к стандартным: сечением 20×20 мм и высотой вдоль волокон 30 мм (рис. 59). Перед испытанием измеряются размеры поперечного сечения примерно посередине длины образца, его длина и масса. При испытании скорость нагружения должна быть такой, чтобы разрушение образца произошло через 0,5–1,5 минуты. После достижения максимальной нагрузки P_{\max} происходит разрушение образца и падение нагрузки. Расчёт предела прочности производится по формуле

$$\sigma_w = \frac{P_{\max}}{a \cdot b}, \quad (47)$$

где σ_w — предел прочности, МПа; P_{\max} — максимальная нагрузка, которую выдержал образец до разрушения, Н; a и b — размеры поперечного сечения, мм.

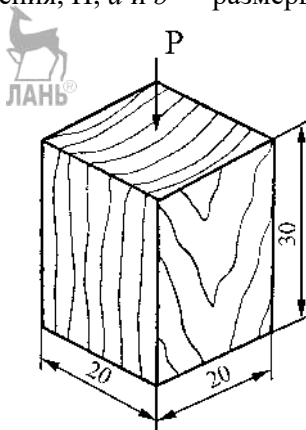


Рис. 59

Вид стандартного образца и схема нагружения при испытании на сжатие вдоль волокон

Разрушение образцов после испытания на сжатие вдоль волокон обычно происходит в виде приторцевого смятия (особенно у влажной древесины), в виде косой складки или в виде встречных косых V-образных складок с возможным растрескиванием посередине (рис. 60). Иногда на образцах видимое разрушение отсутствует. В некоторых случаях (кленовая древесина в сухом со-

стоянии) разрушение происходит взрывообразно, и образец распадается на множество мелких частей.

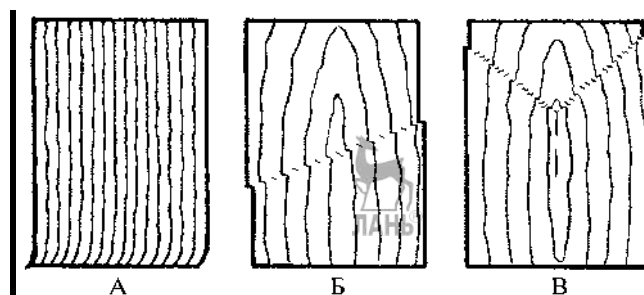


Рис. 60

Вид деформации образцов древесины после испытания на сжатие вдоль волокон:
А — смятие торцов; *Б* — косая складка; *В* — встречные косые складки с продольным расколом.

В среднем предел прочности древесины при сжатии вдоль волокон при стандартной влажности для большинства наших пород составляет около 50 МПа, изменяясь от 40 до 75 МПа (табл. 12). Увеличение содержания связанной воды приводит к резкому снижению прочности древесины на сжатие.

Таблица 12

**Пределы прочности при сжатии вдоль волокон древесины некоторых пород
 (по Боровикову, Уголеву, 1989)**

Древесная порода	Пределы прочности при сжатии вдоль волокон древесины разной влажности, МПа	
	<i>W</i> = 12%	<i>W</i> = 30% и более
Лиственница	61,5	24,8
Сосна	46,3	20,8
Ель	45,0	19,2
Кедр	40,0	16,4
Пихта сибирская	40,0	17,2
Дуб черешчатый	57,1	30,5
Вяз	45,6	24,7
Ясень обыкновенный	56,2	31,8
Акация белая	73,1	40,8
Берёза	54,0	26,3
Осина	43,1	18,8
Тополь	40,0	17,4
Липа	45,8	23,7
Ольха	44,5	23,1
Ива	38,2	16,5
Рябина	56,5	—
Черешня	55,9	—
Бук	52,9	26,8
Орех грецкий	55,4	23,3
Граб	60,9	36,4
Клён	58,5	28,1
Груша	57,7	26,2

3.3.2. Прочность древесины при растяжении

Испытания на растяжение древесины могут проводиться вдоль и поперёк волокон.

Испытания на *растяжение вдоль волокон* проводятся на образцах сложной формы. Для снижения влияния наклона волокон заготовки сначала выкалываются из отрубков или досок, затем доводятся до сечения 20×20 мм при длине 350 мм. В центральной по длине образца части на значительном протяжении с обеих сторон фрезой выбираются выемки так, что ширина полученной суженной части остается примерно 20 мм, а её толщина составляет 4 мм. После измерения размеров поперечного сечения посередине суженной рабочей зоны, верхняя и нижняя части образца зажимаются в захватах испытательной машины, и на образец подаётся растягивающая нагрузка.

Испытания проводят до разрушения образца, которое происходит в рабочей суженной части. Скорость нагружения должна быть такой, чтобы разрушение образца произошло не раньше, чем через 1,5–2 минуты.

Расчёт предела прочности производится по формуле

$$\sigma_W = \frac{P_{\max}}{a \cdot b}, \quad (48)$$

где σ_W — предел прочности, МПа; P_{\max} — максимальная нагрузка, которую выдержал образец до разрушения, Н; a и b — размеры поперечного сечения посередине суженной части, мм.

Таблица 13

**Пределы прочности древесины некоторых пород при растяжении вдоль волокон
(по Боровикову, Уголеву, 1989)**

Древесная порода	Предел прочности при растяжении вдоль волокон древесины разной влажности, МПа	
	$W = 12\%$	$W = 30\% \text{ и более}$
Лиственница	124	94,5
Сосна	102	77,6
Ель	101	77,2
Кедр	89,2	68
Пихта сибирская	66,3	50,5
Дуб черешчатый	105	
Вяз	84,5	
Ясень обыкновенный	140	107
Акация белая	171	107
Берёза	136,5	102
Осина	121	92,7
Тополь	87,8	67
Липа	117	89,4
Ольха	97,3	74,3
Ива	99,1	75,8
Рябина	131	
Бук	124	92,6
Граб	128,5	96,3

В растущем дереве это один из основных видов нагрузок, постоянно возникающих в местах растяжения при ветровых воздействиях, несимметричной кроне или при наклонном росте. Предел прочности древесины при растяжении вдоль волокон при стандартной влажности имеет высокие значения, и для основных промышленных пород составляет около 115 МПа, изменяясь от 65 до 170 МПа (табл. 13). Пределы прочности на растяжение вдоль волокон меньше изменяются с изменением содержания связанной воды.

3.3.3. Прочность при статическом изгибе древесины

Для проведения испытаний на прочность при статическом изгибе используются образцы простой формы, само испытание не сложное, поэтому данный показатель прочности один из наиболее распространённых показателей механических свойств. При статическом изгибе в нижней части образца возникают растягивающие напряжения, а в верхней — сжимающие.

Испытания проводятся на образцах сечением 20×20 мм и длиной (вдоль волокон) 300 мм, укладываемых на закруглённые опоры, расстояние между центрами которых 240 мм. Нагрузка прилагается в центральной части образца в тангенциальном направлении (рис. 61); возможно испытание с нагружением и в радиальном направлении.

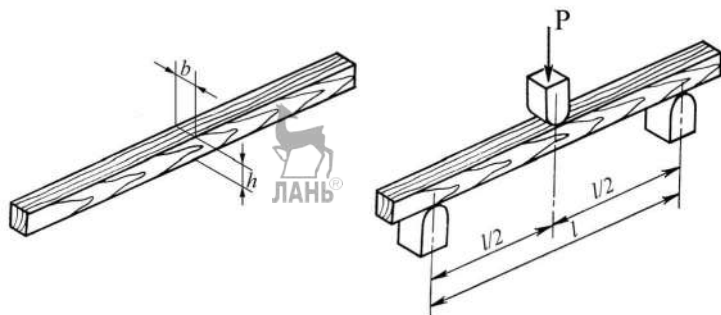


Рис. 61

Вид стандартного образца и схема нагружения при испытании древесины на статический изгиб

Расчёт предела прочности производится по формуле

$$\sigma_W = \frac{3 \cdot P_{\max} \cdot l}{2 \cdot b \cdot h^2}, \quad (49)$$

где σ_W — предел прочности, МПа; P_{\max} — максимальная нагрузка, которую выдержал образец до разрушения, Н; b — ширина образца в месте приложения нагрузки, мм; h — высота образца в месте приложения нагрузки, мм.

В растущем дереве изгибающие нагрузки возникают постоянно, поэтому древесина к ним приспособлена и хорошо их выдерживает, а предел прочности древесины при статическом изгибе при стандартной влажности высокий — в среднем около 100 МПа, изменяясь для обычных пород от 70 до 160 МПа (табл. 14).

В конструкциях и изделиях древесина очень часто работает на статический изгиб (балки, лаги, мебель и т. д.).

**Пределы прочности древесины различных пород при статическом изгибе
(по Боровикову, Уголеву, 1989)**

Древесная порода	Предел прочности при статическом изгибе древесины разной влажности, МПа	
	$W = 12\%$	$W = 30\% \text{ и более}$
Лиственница	108,8	60,5
Сосна	84,5	48,5
Ель	78,6	43
Кедр	69,2	36,3
Пихта сибирская	67,9	39,6
Дуб черешчатый	103	66,4
Вяз	92,4	57,9
Ясень обыкновенный	118	72,8
Акация белая	148	95,6
Берёза	109,5	64,5
Осина	76,5	44,5
Тополь	68	39,5
Липа	86,4	53,1
Ольха	78,9	48,4
Ива	70,7	40,8
Рябина	97,9	
Черешня	89	
Бук	104	62,9
Орех грецкий	108	59,5
Граб	127,7	93,8
Клён	115	66
Груша	106	62,1

Прочность древесины на статический изгиб при направлении волокон не вдоль образца, а поперёк значительно ниже: у сосны и ели составляет всего 4–5%, а у бука — около 20% предела прочности при обычном изгибе.

3.3.4. Прочность древесины при скалывании вдоль волокон

Скалывание вдоль волокон определяется на образцах сложной формы (рис. 62) с выступающей скалываемой частью, примерные размеры которой составляют 20×30 мм (последний размер вдоль волокон); скалывание производится в радиальной или тангенциальной плоскости в продольном направлении.

Расчёт предела прочности производится по формуле

$$\tau_W = \frac{P_{\max}}{b \cdot l}, \quad (50)$$

где τ_W — предел прочности, МПа; P_{\max} — максимальная нагрузка, которую выдержал образец до разрушения, Н; b — ширина скалываемой части образца, мм; l — длина скалываемой части образца, мм.

В растущем дереве древесина не работает на скалывание, поэтому она не адаптирована к таким нагрузкам, и показатели прочности на скалывание вдоль волокон очень низкие, примерно в 5 раз меньше прочности при сжатии вдоль волокон.

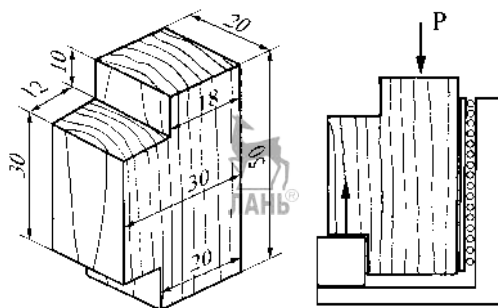


Рис. 62

Вид стандартного образца и схема нагружения при испытании древесины на скалывание вдоль волокон

В среднем предел прочности древесины при скалывании вдоль волокон составляет около 9,0 МПа, изменяясь от 6,5 до 15,0 МПа. Увеличение содержания связанной воды существенно влияет на прочность древесины при скалывании вдоль волокон, приводя к её снижению.

3.3.5. Деформативные свойства древесины

Деформативностью называют способность древесины изменять свои размеры и форму под воздействием напряжений.

Модули упругости древесины E характеризуют жёсткость древесины и являются важнейшей характеристикой деформативных свойств. Обычно они определяются при статических испытаниях на сжатие, растяжение и изгиб.

Модуль упругости при сжатии или растяжении представляет собой коэффициент пропорциональности в законе Гука и может быть найден из соотношения:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}, \quad (51)$$

где E — модуль упругости, ГПа; σ — напряжение, МПа; ε — деформация (относительное укорочение или удлинение).

Для определения модулей упругости при сжатии используются призматические образцы древесины размерами 20×20×60 мм. Нагрузка прикладывается вдоль длинной стороны в радиальном, тангенциальном или продольном направлениях.

Модули упругости вдоль волокон при различных видах испытаний древесины примерно равны и составляют в среднем 10–15 ГПа.

Коэффициенты поперечной деформации древесины (коэффициенты Пуассона) определяются на образцах, аналогичных образцам для определения модуля упругости, но большего поперечного сечения — 30×30 мм. Коэффициенты поперечной деформации μ характеризуют отношение поперечной деформации ε' , которая появляется при приложении нагрузки вместе с продольной деформацией ε :

$$\mu = \frac{\varepsilon'}{\varepsilon}. \quad (52)$$

У ортотропного тела может быть шесть коэффициентов поперечной деформации: μ_{ra} , μ_{ta} , μ_{tr} , μ_{ar} , μ_{rt} , μ_{at} . Направление, в котором прикладывается нагрузка, обозначается вторым индексом в коэффициентах, а направление поперечной деформации — первым.

Определение μ проводят при испытаниях на сжатие. Каждая пара коэффициентов μ с одинаковым вторым индексом может быть определена на одном образце.

Наибольшая поперечная деформация происходит в тангенциальном направлении при приложении нагрузки в радиальном направлении. Самая низкая поперечная деформация происходит в продольном направлении, при приложении нагрузки в радиальном или тангенциальном направлениях.

3.3.6. Ударная вязкость древесины при изгибе

Ударная вязкость древесины — это способность древесины поглощать работу при ударе. Испытания проводятся на ударном копре, расстояние между опорами которого 240 мм, на образцах сечением 20×20 мм и длиной 300 мм (рис. 63). Скорость приложения нагрузки 5–6 м/с. Чем больше величина работы, потреблённой для излома образца древесины, тем выше его вязкость.

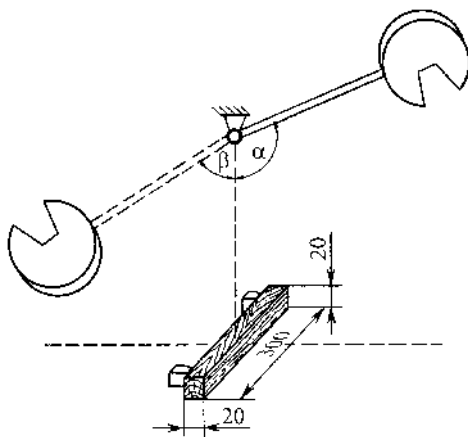


Рис. 63

Схема испытания древесины на ударную вязкость на маятниковом копре

Перед испытанием измеряются размеры поперечного сечения (ширина и высота) посередине образца.

Расчёт ударной вязкости производится по формуле

$$A = \frac{Q}{b \cdot h}, \quad (53)$$

где A — ударная вязкость, Дж/см²; Q — работа затраченная на излом образца, Дж; b — ширина образца, см; h — высота образца, см.

Величина работы, затраченной на излом, определяется по разнице углов поднятия маятника до начала свободного падения (исходное положение) и после разрушения образца.

- О вязкости можно судить по виду излома образца после испытания:
- при низкой вязкости древесины (хрущкая древесина) излом почти гладкий (раковистый) (рис. 64А);
 - при высокой вязкости древесины излом защеπισный (рис. 64Б).

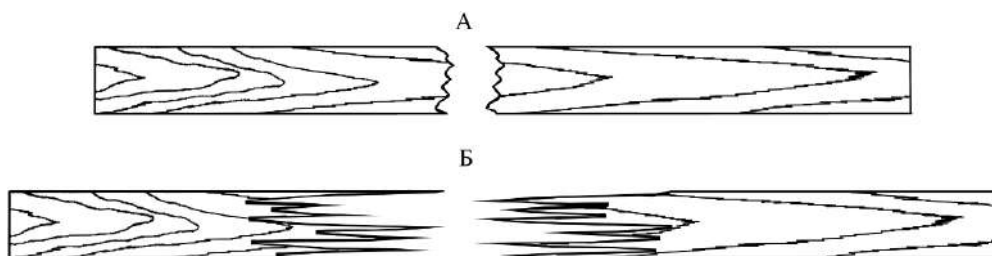


Рис. 64

Характер излома образцов разной вязкости:

А — раковистый излом (низкая вязкость); Б — защеπισный излом (высокая вязкость).

Таблица 15

**Средние значения ударной вязкости древесины различных пород
(по Боровикову, Уголеву, 1989)**

Древесная порода	Ударная вязкость древесины при различной влажности, Дж/см ²	
	W = 12%	W = 30% и более
Лиственница	5,31	4,3
Сосна	4,13	3,5
Ель	3,92	3,3
Кедр	3,09	2,5
Пихта сибирская	3,18	2,5
Дуб черешчатый	7,63	6,5
Вяз	9,28	7,8
Ясень обыкновенный	8,87	7,4
Акация белая	19,0	16,1
Берёза	9,29	7,8
Осина	8,46	7,2
Тополь	3,92	3,3
Липа	5,78	4,9
Ольха	5,16	4,3
Ива	5,57	4,7
Рябина	8,46	
Бук	7,63	6,9
Орех грецкий	7,43	6,3
Граб	9,9	8,4
Клён	7,63	5,9
Груша	11,6	9,8

В целом, древесина лиственных пород имеет ударную вязкость в среднем в 2 раза больше, чем древесина хвойных пород (у мягких пород — в 1,5 раза, у твёрдолиственных — в 2,5 раза) (табл. 15).

3.3.7. Твёрдость древесины

Твёрдость древесины — это способность сопротивляться проникновению в неё другого более твёрдого тела. Различают статическую твёрдость, ударную твёрдость и микротвёрдость.

Испытания на *статическую твёрдость* проводят на торцовой, радиальной и тангенциальной поверхностях образцов размером 50×50×50 мм путём вдавливания стального пуансона, с полусферическим наконечником радиусом 5,64 мм (рис. 65). Вдавливание пуансона проводят за 1–2 минуты на глубину 5,64 мм; при этом обеспечивается площадь проекции отпечатка в древесине 100 мм².

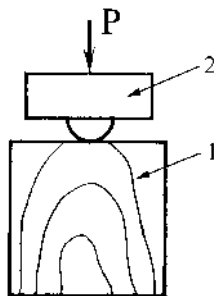


Рис. 65

Схема испытания образца на статическую торцовую твёрдость:

1 — стандартный образец древесины; 2 — стальной пуансон с полусферическим наконечником радиусом 5,64 мм.

Статическая твёрдость рассчитывается по формуле

$$H_W^C = \frac{P}{\pi \cdot r^2}, \quad (54)$$

где H_W^C — статическая твёрдость, Н/мм²; P — максимальная нагрузка в момент полного вдавливания сферической полусферы, Н; r — радиус вдавливаемой полусферы, $r = 5,64$ мм.

При характеристике древесных пород по твёрдости обычно используется показатель торцовой твёрдости. Существуют разные шкалы деления пород по твёрдости. По самой простой из них породы могут быть разделены на три группы:

- *мягкие* — $H \leq 40$ Н/мм² (к этой группе относятся все хвойные, кроме лиственницы, ива, липа, ольха, осина, тополь);
- *твёрдые* — $40 < H \leq 80$ Н/мм² (к этой группе относятся лиственница, дуб, ясень, берёза, бук, клён);
- *очень твёрдые* — $H > 80$ Н/мм² (к этой группе относятся акация белая, граб, берёза Шмидта, самшит, тис, кизил, хмелеграб, фисташка).

Статическая твёрдость торцовой поверхности выше, чем боковых поверхностей у хвойных пород в среднем на 40%, у лиственных — на 30% (табл. 16).



Таблица 16

Средние значения статической твёрдости древесины различных пород
(по Боровикову, Уголеву, 1989)

Древесная порода	Статическая твёрдость на разных поверхностях при разной влажности древесины, Н/мм ²					
	торцовая		радиальная		тангенциальная	
	$W = 12\%$	$W = 30\%$ и более	$W = 12\%$	$W = 30\%$ и более	$W = 12\%$	$W = 30\%$ и более
Лиственница	42,0	20,1	31,5	14,8	33,4	15,1
Сосна	28,4	13,2	22,5	10,6	23,2	10,9
Ель	25,3	12,0	17,5	8,2	17,8	8,5
Кедр	21,6	11,6	14,8	—	15,4	—
Пихта сибирская	27,4	12,9	15,1	7,1	14,2	—
Дуб черешчатый	66,5	39,2	54,5	32,6	47,5	28,4
Вяз	54,7	32,7	41,2	24,6	41,1	24,6
Ясень обыкновенный	78,3	46,8	57,1	34,1	65,1	38,9
Акация белая	94,2	56,2	66,2	39,6	75,9	45,4
Берёза	46,3	27,5	35,9	21,5	32,1	19,2
Осина	25,8	15,4	18,7	11,2	19,6	11,7
Тополь	26,7	15,4	18,5	11,1	—	—
Липа	25,0	15,0	16,7	10,0	17,4	10,4
Ольха	39,2	23,5	26,5	15,9	28,2	16,8
Ива	27,4	16,5	20,9	12,4	20,7	12,4
Рябина	60,1	—	40,8	—	41,5	—
Черешня	49,7	—	42,7	—	36,8	—
Бук	65,1	40,5	53,2	29,8	49,5	30,5
Орех грецкий	62,0	38,0	—	—	—	—
Граб	88,4	52,5	75,9	45,2	78,1	46,4
Клён	73,8	44,1	54,1	32,3	57,4	34,3
Груша	77,0	46,1	57,7	34,5	58,9	36,2

Ударная твёрдость древесины H_u измеряется по величине отпечатка, оставшегося от копировальной бумаги, положенной на радиальную или тангенциальную поверхность образца древесины сечением 20×20 мм и длиной 150 мм после свободного падения на неё стального шарика диаметром 25 мм с высоты 500 мм. На каждом образце проводится три испытания таким образом, чтобы расстояние между центрами отпечатков было примерно 40 мм.

3.3.8. Удельные характеристики механических свойств древесины

Как отмечалось выше, существует тесная корреляционная зависимость между показателями механических свойств древесины и её плотностью. Это затрудняет сравнение показателей механических свойств древесных пород с древесиной разной плотности.

Удельные характеристики механических свойств позволяют исключить зависимость от плотности и сравнить показатели древесных пород разной плотности, а также сравнить древесину с другими материалами. Раньше эти показатели назывались коэффициентами качества.

С биологической точки зрения удельные характеристики механических свойств оценивают эффективность использования древесинного вещества растением для обеспечения механической прочности.

Удельные характеристики определяются по общей формуле:

$$K = \frac{M}{\rho}, \quad (55)$$

где K — удельная характеристика механического свойства; M — соответствующий показатель механического свойства: прочности древесины в КПа, модулей упругости при сжатии вдоль волокон — в МПа, ударной вязкости при изгибе — в Дж/см², твёрдости — в Н/см²; ρ — плотность данной древесины, кг/м³.

Для расчёта удельных характеристик показателей механических свойств древесины при влажности 12% используются значения стандартной плотности. Можно использовать и базисную плотность, особенно при оценке эффективности использования древесинного вещества растением.

По величине удельных характеристик механических свойств древесина не уступает многим современным материалам, а по удельной жёсткости вдоль волокон во много раз превосходит полимеры. Высокие удельные характеристики говорят о том, что древесина лёгкий, но прочный материал.

Сравнение удельных характеристик механических свойств древесины разных пород показывает, что породы с лёгкой древесиной имеют не меньшие, а часто даже более высокие показатели, чем породы с плотной древесиной.



4. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДРЕВЕСИНЫ НЕКОТОРЫХ ПОРОД

В данном разделе приведены общие характеристики древесины некоторых пород, описание их макроскопического строения, краткая характеристика свойств, и основные направления использования древесины.

4.1. Хвойные породы

1. Пихта сибирская — *Abies sibirica* Ledeb. произрастает на северо-востоке европейской части России и в Сибири до Байкала. Дерево высотой до 35 м и диаметром до 80 см; доживает до 200–250 лет.

Пихта — хвойная спелодревесная порода.

Древесина пихты очень светлая, почти белая с желтовато- или розовато-серым оттенком.

Годичные слои хорошо различаются на всех разрезах.

Ранняя древесина хорошо развита, значительно шире поздней, светлая, постепенно переходит в позднюю древесину. Поздняя древесина располагается по наружному краю годичного слоя в виде довольно узкой, более тёмной полоски.

Смоляных ходов нет.

Сердцевинные лучи не видны (иногда просматриваются на правильном радиальном разрезе или расколе).

Древесина пихты лёгкая, малопрочная, мягкая, хорошо колется, часто даёт отлупы, хрупкая, мало усыхающая. Древесина пихты очень близка к древесине ели, но по техническим свойствам и по стойкости несколько уступает ей.

Из пихты вырабатывают пиломатериалы общего назначения, авиационные, резонансные, для палубных и шлюпочных обшивок, балансы для целлюлозы, она идёт на химическую переработку, используется в круглом виде для мачт судов и радио, свай гидротехнических сооружений и элементов мостов, в строительстве. Из коры пихты получают дубители и пихтовый сибирский бальзам; из хвои — пихтовое масло; семена используются при изготовлении лака.

2. Ель европейская — *Picea abies* (L.) H. Karst (= *P. excelsa* (Lam.) Link.) — дерево высотой до 50 м. Живёт до 300 лет (редко до 500 лет). Распространена на европейской части России и в Европе; одна из основных лесообразующих пород. Начиная с северо-востока европейской части России, на Урале и в Сибири замещается *Е. сибирской* — *P. obovata* Ledeb., которую, в свою очередь, на Дальнем Востоке и Камчатке заменяет *Е. аянская* — *P. ajanensis* (Lindl. et Cord.) Fisch. ex Carr. На общей границе ареалов *Е. европейская* и *Е. сибирская* образуют гибрид, который иногда называют *Е. финская*. На Кавказе произрастает *Е. восточная* — *P. orientalis* (L.) Link., достигающая 50–54 м (до 65) высоты, диаметра до 2 м и живущая до 500–600 лет.

Ель — хвойная спелодревесная порода.

Заболонь довольно широкая. Древесина светлая, почти белая со слабым розоватым или желтоватым оттенком.

Годичные слои хорошо видны на всех разрезах.

Ранняя древесина белая, рыхлая, развита гораздо сильнее поздней. Поздняя древесина значительно плотнее ранней, коричневато-серая.

Смоляные ходы мелкие, немногочисленные, расположены как в ранней, так и в поздней древесине.

Сердцевинные лучи не видны (иногда просматриваются на правильном радиальном разрезе или расколе).

Древесина ели лёгкая, умеренно прочная, мягкая, хорошо колется, умеренно хрупкая, умеренно усыхающая, техническая стойкость к гниению невысокая. Характеризуется однородным строением, малой смолистостью, слабым блеском, имеет устойчивый белый цвет, длинные волокна. Недостаток древесины ели — большое количество сучков.

Древесина ели имеет самое широкое применение: строительство, целлюлозно-бумажная промышленность, музыкальная промышленность, столбы, шпалы, сваи, судостроение, вагоностроение, авиационная промышленность, бочки для рыбы и сыпучих товаров, лесопильное производство, мебельное, фанерное, гидролизное производство, производство прессованных материалов, медицина. Еловая кора богата таннидами (6–15%, в среднем 9%) и используется в производстве дубителей.

3. Лиственница сибирская — *Larix sibirica* Ledeb. — дерево высотой до 30–45 м и диаметром до 0,8–1,8 м. Доживает до 300–450 лет. Естественно распространена на северо-востоке европейской части России и в Западной Сибири; одна из основных лесообразующих пород. Восточнее замещается *Л. даурской* (= *Л. Гмелина*) — *L. gmelinii* (Rupr.) Rupr. (= *L. dahurica* Turcz. ex Trautv.). В Восточной Сибири и на Дальнем Востоке произрастает *Л. Каяндера* — *L. cajanderi* Mayr., достигающая высоты 30 м и диаметра 60 см; в субарктической Сибири она образует низкорослые формы (до 9 м), доживающие до 900 лет.

Лиственница — хвойная ядровая порода.

Заболонь обычно узкая, светлая, белая с желтоватым или розоватым оттенком, резко отграничена от ядра. Ядро интенсивно окрашенное, красновато-бурое, темнее, чем у сосны.

Годичные слои с резкой границей между ранней и поздней древесиной как между соседними годичными слоями, так и внутри слоя, даже очень узкие лучи хорошо видны на всех разрезах.

Ранняя древесина более светлая, менее плотная, имеет слабый сероватый оттенок, резко переходит в позднюю древесину. Клетки ранней древесины часто имеют больший размер в радиальном направлении, чем в тангенциальном. Поздняя древесина сильно развита (может занимать до половины и более ширины годичного слоя), окрашена в тёмный красновато-коричневый цвет. Клетки поздней древесины часто имеют очень узкие едва различимые полости.

Смоляные ходы мелкие, малочисленные, часто трудно просматриваются.

Сердцевинные лучи не видны (иногда просматриваются на правильном радиальном разрезе или расколе).

Древесина лиственницы плотная, прочная, твёрдая, умеренно хрупкая, значительно усыхающая. Она смолистая, малосучковатая, обладает высокой технической стойкостью к гниению, имеет красивую текстуру. Недостатки: из-за большой плотности древесины затруднён её сплав (тонет), а основные районы произрастания недостаточно освоены; трудно обрабатывается, легко растрескивается при сушке.

Используется в гидротехнических и инженерных сооружениях, в производстве судостроительных брёвен, шпал, столбов линий электропередач, рудничной стойки, в строительстве домов, мебельном производстве, из неё изготавливается паркет, террасные доски, шпон и фанера, используется в гидролизной промышленности и ЦБП. Из лиственницы сделана дорожка олимпийского велотрека в Москве. Клеёные лиственничные конструкции — прекрасный материал для современного строительства. На лиственничных сваях стоит Венеция. Лиственничные лесоматериалы — ценное экспортное сырьё.

4. Сосна обыкновенная — *Pinus sylvestris* L. — дерево высотой 20–45 м, диаметром до 1 м, живёт до 600 и более лет. Распространена повсеместно в Европе и Азии; одна из основных лесообразующих пород. Множество видов сосен, значительно различающихся по свойствам древесины, встречается по всему миру, в первую очередь в Америке.

Сосна — хвойная ядровая порода.

Заболонь широкая (5–10 см), светлая, желтовато- или розовато-белых тонов.

Ядро в свежесрубленном стволе обычно по цвету мало отличается от заболони, слегка розовое. Со временем оно темнеет и становится буровато-красным, часто с жёлтым оттенком.

Годичные слои хорошо видны на всех разрезах.

Ранняя древесина светлая, переход ранней древесины в позднюю выражен достаточно резко. Поздняя древесина тёмная, красновато-бурая, хорошо развита, обычно уже, чем у лиственницы (может занимать до 1/3 ширины годичного слоя, реже больше).

Смоляные ходы крупные, многочисленные, хорошо видны на всех разрезах, часто расположены в поздней древесине годичного слоя.

Сердцевинные лучи не видны (могут просматриваться на правильном радиальном разрезе или расколе в виде узких блестящих полосок).

Древесина сосны умеренно плотная, умеренно прочная, мягкая, умеренно хрупкая, умеренно усыхающая. Она слегка блестящая, смолистая (смолистость 4–6%) с сильным запахом смолы, техническая стойкость к гниению высокая, хорошо обрабатывается и колется.

Сосна широко используется для производства строительных и пиловочных брёвен, столбов, свай, рудничной стойки, шпал, переводных брусьев, мачт, балансов для ЦБП, жердей, используется в машиностроении, судостроении, вагоностроении, в гидротехнических сооружениях, в столярном, фанерном, мебельном и тарном производстве, производстве штакетника, бочек, упаковочной стружки, прессованной древесины, в гидролизном производстве, для получения кормовых дрожжей. Подсочкой растущих деревьев сосны добывают живицу —

сырьё для производства смолы, канифоли, скипидара; из хвои получают биологически активные вещества.

5. Сосна кедровая сибирская (= Кедр сибирский) — *Pinus sibirica* Du Tour.

Дерево высотой 35 м (редко до 60 м) со средним диаметром ствола 60–70 см (часто до 1–2 м), живёт до 400–600 лет. Естественно распространён в Сибири. На Дальнем Востоке замещается *С. кедровой корейской* — *P. koraiensis* Siebold et Zucc.

Кедр сибирский — хвойная ядровая порода.

Заболонь широкая, желтовато-белая, переход к ядру обычно не резкий (на образцах с очень узкими годичными слоями заболонь кажется узкой и довольно резко переходящей в ядро).

Ядро от светло-розовых до желтовато-красных тонов.

Годичные слои видны на всех разрезах, но гораздо хуже, чем у сосны обыкновенной и, тем более, лиственницы.

Ранняя древесина очень сильно развита, переход ранней древесины в позднюю постепенный, затушеванный.

Поздняя древесина в виде более тёмной узкой полоски, развита слабо, по цвету мало отличается от ранней древесины.

Смоляные ходы многочисленные, очень крупные, хорошо видны на всех разрезах.

Сердцевинные лучи не видны.

Древесина кедрового сибирского лёгкая, малопрочная, мягкая, хрупкая, малоусыхающая, хорошо режется и обрабатывается, техническая стойкость к гниению выше, чем у древесины ели или пихты.

Используется в круглом виде, в производстве столбов, рудничной стойки, в машиностроении, столярном и мебельном производстве, в производстве карандашной дощечки и шпона.

Семена — кедровые орехи — съедобны; они содержат до 35% масла.

6. Кедровый стланник (= Сосна низкая, Сосна кедровая стланниковая) — *Pinus pumila* (Pall.) Regel.

Стелющийся крупный кустарник или небольшое сильноветвистое дерево высотой до 8 м и диаметром до 18 см. Естественно произрастает в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке. В Карпатах встречается также стелющаяся *С. кедровая европейская* — *P. cembra* L., доживающая до 1000 лет.

Кедровый стланник — хвойная ядровая порода.

Заболонь белая. Ядро красновато-коричневое.

Годичные слои узкие (до 2 мм), выражены отчётливо, переход ранней древесины в позднюю постепенный.

Смоляные ходы многочисленные.

Древесина кедрового стланника умеренно плотная, мягкая, умеренно прочная, хорошо сушится, очень смолистая, не поддаётся столярной обработке, трудно колется, стойка к гниению.

Используется на небольшие поделки, в качестве осмола для сухой перегонки при добычании скипидара и смолы, хорошее топливо.

Древесина содержит высококачественное масло. Семена — кедровые орехи — употребляются в пищу.

Горнозащитная и пищевая порода, обладает декоративными свойствами, хвоя богата витаминами.

7. Можжевельник обыкновенный — *Juniperus communis* L. — небольшое дерево высотой обычно менее 15–18 м и диаметром до 25 см или древовидный кустарник; доживает до 500 лет (имеются указания на находки можжевельника с диаметром у основания свыше 120 см возрастом около 2000 лет). Естественно распространён в лесной зоне Европы и Азии. Несколько видов можжевельников произрастают в горах Азии (*M. туркменский*, или *арча*, — *J. turcomanica* В. Fedtsch., *M. туркестанский* — *J. turkestanica* Ком., *M. полушаровидный*, или *Саурапча*, — *J. semiglobosa* Regel. и др.), имеющие также ядровую, красивую, душистую древесину. В Крыму и на Кавказе произрастают *M. красный* (= *буроватый*) — *J. oxycedrus* L. и *M. вонючий* — *J. foetidissima* Willd., древесина которого отличается резким неприятным запахом. На севере Евразии произрастает *M. сибирский* — *J. sibirica* Burgsd. — кустарник, достигающий высоты 1,5 м и возраста 500–800 лет. На юге Сибири встречаются стланниковые можжевельники: *M. казацкий* — *J. Sabina* L. и *M. ложноказацкий* — *J. pseudosabina* Fisch. et C. A. Mey.

Можжевельник обыкновенный — хвойная ядровая порода.

Заболонь очень узкая, резко отграничена от ядра, белая с жёлтым оттенком. Ядро от светлого серовато-коричневого до тёмного красновато-коричневого цвета.

Годичные слои очень узкие, хорошо видны на всех разрезах, могут быть крупно-изогнутыми (за счёт специфичной «лепестковидной» формы ствола на поперечном разрезе) и неравномерными по ширине.

Ранняя древесина светлая, довольно резко переходит в более тёмную позднюю древесину.

Смоляных ходов нет.

Сердцевинные лучи не видны.

Древесина можжевельника красивая, блестящая, обладает специфическим запахом (перца или дублёной кожи), весьма однородная, лёгкая и умеренно твёрдая, хрупкая, прочная, плохо колется, хорошо режется и полируется, мало усыхающая, обладает высокой технической стойкостью.

Используется для токарных работ, игрушек, изготовления шахмат, тростей, различных поделок, употребляется в карандашном производстве. В Финляндии из древесины можжевельника делали настилы на земле под деревянными домами.

8. Тис ягодный (= обыкновенный) — *Taxus baccata* L. — дерево высотой до 15–30 м и диаметром до 1,5 м; живёт до 1400–2000 лет, встречаются особи и более 3000 лет. Естественно произрастает на Кавказе, в Крыму, в Карпатах, по берегам южной части Балтийского моря. Занесён в Красную книгу. Ранее был широко распространён в Европе.

На Дальнем Востоке и Сахалине встречается *T. остроконечный* (= *восточный*, *дальневосточный*) — *T. cuspidate* Sieb. et Zucc. ex Endl., достигающий 10–20 м высоты и живущий до 1500 лет.

Тис — хвойная ядровая порода.

Заболонь узкая (иногда до 2 см), очень светлая с лёгким жёлто-розовым оттенком, резко отграничена от ядра.

Ядро в сырой древесине яркое жёлто-красное с сиреневыми оттенками. После высыхания свежераспиленная древесина приобретает ярко-сиреневую окраску. В сухой древесине ядро тёмное, коричнево-красное с глянцевым блеском.

Годичные слои узкие, хорошо видны на всех разрезах; на поперечном разрезе они слегка волнистые, часто с меняющейся шириной.

Ранняя древесина светлая, широкая (в 2–3,5 раза шире поздней), постепенно переходит в тёмную позднюю древесину.

Смоляных ходов нет.

Сердцевинные лучи не заметны (могут просматриваться на правильном радиальном разрезе или расколе).

Древесина весьма однородного строения на всех разрезах, плотная, прочная, твёрдая, малоусыхающая, умеренно хрупкая, обладает высокой технической стойкостью, имеет мелкую красивую текстуру, прекрасно полируется.

Высоко ценится в мебельном производстве, токарном деле, как отделочный материал, идёт на изготовление сувениров, декоративных поделок. Из наростов (капов) делают ценный строганный шпон и художественные поделки.

Из других хвойных пород, произрастающих в Северной Америке, Японии, Средиземноморье и встречающихся в городских посадках в различных регионах, следует упомянуть дугласию (*Pseudotsuga menziesii* Franco) (плотность древесины 350–750 кг/м³), секвойю (*Sequoia sempervirens* Endl.) (плотность древесины 400–500 кг/м³), секвойядендрон гигантский (*Sequoiadendron giganteum* Buchh.) (плотность древесины 340–400 кг/м³), тую восточную (*Thuja plicata* D. Don) (плотность древесины около 550 кг/м³), криптомерию японскую (*Cryptomeria japonica* (Thunberg ex Linnaeus f.) D. Don) (плотность древесины 320–400 кг/м³), кипарис (*Cupressus* spp.) (плотность древесины 450–590 кг/м³), кедры ливанский и атласский (*Cedrus libani* A. Rich., *C. atlantica* Manetti) (плотность древесины 420–660 кг/м³). Древесина всех этих пород ядровая; цвет ядра — от фиолетово-красного и коричневого до серовато-розового. Все породы, кроме дугласии, не имеют нормальных смоляных ходов. Плотность их древесины невысокая, несмотря на то, что деревья могут достигать внушительных размеров: отдельные экземпляры секвойядендрона и секвойи достигают высоты 95–110 м.

4.2. Лиственные кольцесосудистые породы

1. Каштан посевной (= съедобный, настоящий) — *Castanea sativa* Mill.
Сем. Буковые — *Fagaceae*.

Дерево высотой до 35 м и диаметром до 1–2 м; каштан способен доживать до 1000–3000 лет. Запасы древесины невелики. Естественно произрастает в горах Кавказа, в культуре — Кавказ, юг Украины, Молдова.

Каштан посевной — кольцесосудистая ядровая порода.

Заболонь узкая (4–6 слоёв), желтовато-белая, резко отграничена от ядра. Ядро от светлого желтовато-коричневого до тёмно-коричневого цвета, иногда неравномерно окрашенное, с запахом дупла.

Годичные слои обычно довольно широкие и хорошо заметны на всех разрезах.

В ранней древесине годичного слоя сосуды очень крупные, часто заметны в виде отверстий, могут располагаться в несколько рядов.

В поздней древесине мелкие сосуды и паренхимные клетки образуют на поперечном разрезе светлые радиальные разветвлённые извилистые полосы в виде язычков пламени (рис. 66).

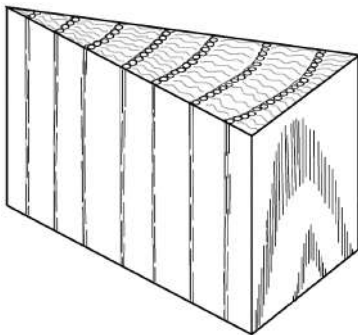


Рис. 66

Схематичный общий вид древесины каштана

Сердцевинные лучи многочисленные, узкие (однорядные), незаметные (могут слабо просматриваться на правильном радиальном разрезе или расколе в виде узких коротких чёрточек или полосок).

Древесина каштана внешне очень похожа на древесину дуба, но не имеет широких сердцевинных лучей, более лёгкая, умеренно прочная, умеренно твёрдая, малоусыхающая, хрупкая, хорошо обрабатывается и полируется.

Широко используется в столярно-мебельном, паркетном, бондарном, тарном производствах, в гидротехнических сооружениях, для опоры виноградников. Древесина и кора каштана богаты дубильными веществами. Плоды (каштаны) употребляются в пищу.

2. Дуб — *Quercus* spp.

Сем. Буковые — *Fagaceae*.

Дуб черешчатый (= летний) — *Quercus robur* L. — дерево высотой до 40 м и диаметром до 1–1,5 (до 4) м. Может достигать возраста 400–500 лет, реже 1000–1500 лет (по некоторым данным до 2000 лет). Наиболее распространённый вид этого рода. Естественно встречается от Петербурга до Чёрного моря и южного Урала.

Дуб черешчатый — кольцесосудистая ядровая порода.

Заболонь обычно узкая (6–10 слоёв), желтовато-белая, резко отграничена от ядра. Ядро от светлого желтовато-коричневого до интенсивного тёмно-бурого цвета.

Годичные слои хорошо заметны на всех разрезах.

В ранней древесине годичного слоя сосуды очень крупные, на поперечном разрезе образуют сплошное кольцо, иногда из нескольких рядов.

Поздняя древесина тёмная, плотная; мелкие сосуды и паренхимные клетки образуют в ней на поперечном разрезе светлый рисунок в виде радиальных иногда разветвлённых извилистых линий (рис. 67).

Сердцевинные лучи двух типов: узкие (однорядные), многочисленные, незаметные и широкие (из 10–20 рядов клеток), хорошо заметные на всех разрезах — на поперечном в виде светлых радиальных полосок, на радиальном в виде широких блестящих извилистых лент, на тангенциальном в виде тёмных длинных и довольно широких и высоких штрихов (рис. 67).

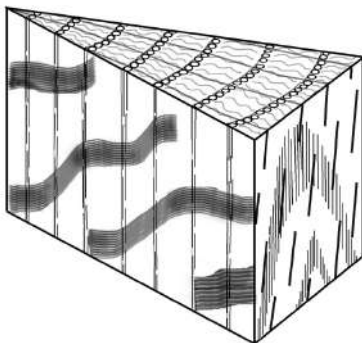


Рис. 67

Схематичный общий вид древесины дуба

Древесина дуба имеет красивую текстуру, плотная, прочная, твёрдая, умеренно усыхающая, умеренно вязкая, обладает высокой технической стойкостью к гниению, хорошо гнётся и обрабатывается.

Используется в производстве мебели, паркета, строганого шпона, в строительстве, мостостроении, технических сооружениях, для изготовления шпал и брусьев, в тарном производстве (бочки для вина, пива), в дубильно-экстракционном производстве. Особо ценится древесина морёного дуба, которая получается из брёвен, утонувших при сплаве и пролежавших длительное время в воде; красивый иссиня-чёрный цвет делает эту древесину прекрасным отделочным материалом.

Плоды дуба (жёлуди) могут использоваться в пищевой промышленности и на откорм скота. Листья дуба издавна используют для засолки огурцов и овощей.

Кроме дуба *черешчатого* род *Quercus* включает множество других видов, часто мало отличающихся от него по строению древесины. В восточной Европе и на северном Кавказе широко распространён *Д. скальный* (= *сидячецветковый*, *зимний*) — *Q. petraea* L. ex Liebl., достигающий высоты 30–40 м и диаметра более 1 м.

Д. монгольский (*Q. mongolica* Fisch. ex Ledeb.), в отличие от остальных дубов, имеет очень широкую заболонь — до 20 см; это более низкорослое дерево — до 12–15 м.

Д. пробковый (*Q. suber* L.), естественно произрастающий в Португалии и Испании, имеет ряд интересных отличий. Это вечнозелёное дерево высотой до 20–22 м и диаметром до 2 м, живущее до 300 лет. Его заболонь не имеет резкой границы с ядром и постепенно, почти незаметно, переходит в тёмное розовато-коричневых тонов ядро. Широких сердцевинных лучей в древесине гораздо больше, чем у остальных дубов; они расположены очень густо, образуя характерную текстуру. Этот вид дуба образует пробковую кору, которую можно заготавливать уже с 30–40-летнего возраста.

Целый ряд видов дуба образуют рассеяннососудистую древесину.

3. Вяз (= Вяз гладкий, Вяз обыкновенный) — *Ulmus laevis* Pall.

Сем. Ильмовые — Ulmaceae.

Дерево высотой до 25–35 м и диаметром до 1,5 м. Может достигать возраста 200, реже 300 лет. Естественно распространён повсеместно в европейской части России, поднимаясь на север до южной Карелии.

Вяз — кольцесосудистая ядровая порода.

Заболонь обычно широкая (10–20 слоёв), желтовато-белая, постепенно переходит в ядро (на образцах с очень узкими слоями заболонь кажется узкой и резко отграниченной от ядра).

Ядро обычно довольно светлое серовато-бурых тонов.

Годичные слои более или менее видны на всех разрезах. Часто годичные слои имеют неравномерную ширину.

В ранней древесине годичного слоя крупные сосуды образуют узкое (1–2 ряда) кольцо на поперечном разрезе и довольно чёткий рисунок на продольных разрезах.

В поздней древесине годичного слоя мелкие сосуды и паренхимные клетки образуют на поперечном разрезе светлый, мелкоизвилистый, тангенциальный рисунок (рис. 68), который к наружному краю годичного слоя становится более тонким.

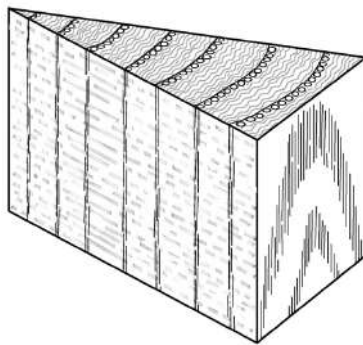


Рис. 68

Схематичный общий вид древесины вяза

Серцевинные лучи узкие (одно- и двухрядные), по цвету не отличаются от окружающей древесины; могут просматриваться только на правильном радиальном разрезе.

Древесина вяза умеренно плотная, умеренно прочная, твёрдая, вязкая, умеренно усыхающая, трудно колется, часто свилеватая, сильно растрескивается при сушке.

Используется в производстве строганого шпона, в мебельной промышленности, машиностроении, производстве лыж и ружейных лож, паркета, в судостроении; раньше — ободов.

4. Ильм (= Вяз шершавый, Вяз голый) — *Ulmus glabra* Hudson. (= *U. scabra* Mill.).

Сем. Ильмовые — *Ulmaceae*.

Дерево высотой до 30 (40) м и диаметром до 1,5–2 м. Живёт до 200–300 лет. Естественно распространён повсеместно в европейской части России, поднимаясь на север до южной Карелии; встречается и в горах Крыма и Кавказа. В районах совместного произрастания ильм и вяз часто образуют гибриды.

Ильм — кольцесосудистая ядровая порода.

Заболонь обычно узкая (6–8 слоёв), светлая жёлто-серая, резко отграничена от ядра. Ядро хорошо выраженное, довольно тёмное, красновато-коричневых тонов (но светлее, чем у береста).

Годичные слои хорошо заметны на всех разрезах, часто неравномерной ширины. На поперечном разрезе годичные слои часто угловато (паутинообразно) изогнуты.

В ранней древесине годичного слоя крупные сосуды образуют узкое (1–2 ряда) кольцо на поперечном разрезе и более чёткий, чем у вяза, рисунок на продольных разрезах.

В поздней древесине годичного слоя мелкие сосуды и паренхимные клетки образуют на поперечном разрезе светлый, мелкоизвилистый, непрерывный, тангенциальный рисунок (рис. 69), который к наружной границе годичного слоя становится более тонким.

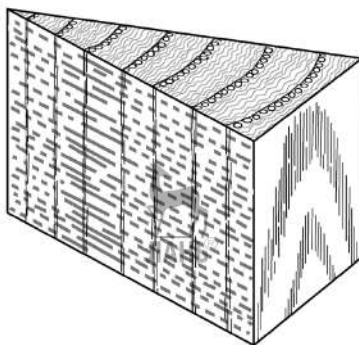


Рис. 69

Схематичный общий вид древесины ильма

Сердцевинные лучи узкие (от одно- до пятирядных), многочисленные; могут просматриваться в виде тонких блестящих линий на поперечном разрезе. На радиальном разрезе они хорошо видны, благодаря более тёмной окраске.

Древесина ильма обладает красивой текстурой, плотная, умеренно прочная, твёрдая, вязкая, значительно усыхающая, обладает хорошей технической стойкостью к гниению.

Используется в обычных сортаментах деловой древесины, в производстве мебели, шпона, лыж, в судостроении; раньше — ободов.

5. Вяз малый (= Вяз полевой, Вяз листоватый, Карагач) — *Ulmus minor* Mill. (= *U. foliacea* Gilib.; = *U. carpinifolia* Rupp. ex Suckow).

Сем. *Ильмовые* — *Ulmaceae*.

Дерево высотой до 30–35 м и диаметром до 1,5 м; доживает до 300 лет. Естественно произрастает в европейской части России и на Украине, южнее линии Киев — Воронеж — Саратов до Крыма и Кавказа.

Берест — кольцесосудистая ядровая порода.

Заболонь узкая светло-жёлтая, резко отграничена от ядра. Ядро красновато-коричневое, значительно темнее, чем у других ильмовых.

Годичные слои хорошо заметны на всех разрезах.

В ранней древесине годичного слоя крупные сосуды расположены в 3–4 ряда.

В поздней древесине мелкие сосуды и паренхимные клетки сначала заметны в виде одиночных белых точек, затем они группируются в прерывающиеся, мелкоизвилистые, тангенциальные полосы, идущие под углом к границе годичного слоя.

Сердцевинные лучи узкие (6–10-рядные), многочисленные, тёмно-бурые, на поперечном разрезе едва заметны; на радиальном — видны очень хорошо.

Древесина карагача обладает красивой текстурой, плотная, умеренно прочная, твёрдая, упругая, вязкая, умеренно усыхающая.

Используется в столярном деле, в мебельном производстве, в машиностроении, в производстве шпона; особенно ценится за красивую текстуру древесины наростов на стволах карагача. Из коры добывают дубители и красители.

6. Акация белая (= Лжеакация, Робиния лжеакация) — *Robinia pseudoacacia* L.

Сем. *Бобовые (Мотыльковые)* — *Fabaceae (Leguminosae)*.

Естественно произрастает в Северной Америке. В Европу завезена в 1601 г.; к нам была завезена через Одессу в 1822 г. и быстро распространилась в степной зоне. Как парковая культура в городах доходит до Санкт-Петербурга. В условиях Европы дерево может достигать 25 м высоты и диаметра до 1 м; ствол часто скрученный и желобчатый.

Акация белая — кольцесосудистая ядровая порода.

Заболонь узкая (3–5 слоёв) желтовато-белая, резко отграничена от ядра. Ядро зеленовато- или жёлто-коричневое с оливковым оттенком, иногда более тёмное, коричневое с золотистым оттенком.

Годичные слои обычно довольно широкие, хорошо видны на всех разрезах.

В ранней зоне годичного слоя крупные сосуды расположены в несколько рядов. Они закупорены тиллами (кроме 1–2 последних годичных слоёв), имеют вид светло-жёлтых точек, сливающихся в полосу на поперечном разрезе.

В поздней древесине на поперечном разрезе мелкие сосуды и паренхимные клетки располагаются сначала в виде разбросанных крупных белых точек; ближе к внешней границе годовичного слоя они группируются, образуя рисунок в виде крупных прерывающихся, мелкоизвилистых, тангенциальных или несколько косых полосок (рис. 70). На радиальном разрезе паренхимные клетки и мелкие сосуды образуют светло-жёлтые продольные полосы.

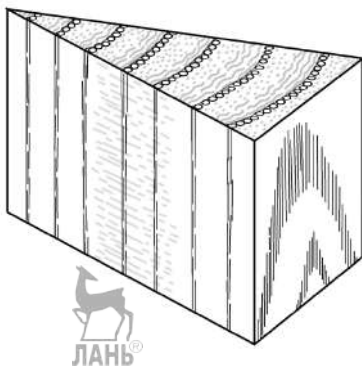


Рис. 70

Схематичный общий вид древесины акации

Сердцевинные лучи узкие (1–5-рядные), многочисленные. На поперечном разрезе они почти не видны; на правильном радиальном разрезе могут хорошо просматриваться в виде узких светлых блестящих полосок (по цвету они мало отличаются от основного фона древесины).

Древесина акации имеет красивую текстуру и цвет, блестящая, очень плотная, очень прочная и твёрдая, очень вязкая, значительно усыхающая, стойкая к гниению.

Ценится в музыкальной промышленности, используется в машиностроении (деревянные винты), для изготовления паркета, мебели. Во Франции и на Балканах древесина имеет широкое применение: изготовление винных повозок, тачек, ручных тележек, полов в вагонах, столбов, стоек, устройство ворот, обшивка маломерных судов.

7. Бархат амурский (= Бархатное дерево, Феллодендрон) — *Phellodendron amurense* Rupr.

Сем. Рутовые — Rutaceae.

Дерево высотой до 25 м и диаметром ствола до 1 м. Может доживать до 250–300 лет. Кора пробковая толщиной до 5–7 см. Естественно произрастает на Дальнем Востоке и Сахалине. В культуре встречается в парках городов европейской части России, поднимаясь на север до Санкт-Петербурга.

Бархат амурский — кольцесосудистая ядровая порода.

Заболонь узкая (4–6 слоёв, или 2–3 мм) жёлтая с зеленовато-серым оттенком, резко отграничена от ядра.

Ядро коричневатое-бурое с желтовато-золотистыми оттенками и шелковистым блеском на продольных разрезах.

Годичные слои не широкие, но чётко различимы на всех разрезах. Они неравномерно окрашены: на поперечном разрезе ранняя древесина светлая

желтоватая; начало и основная часть поздней древесины светло-серо-коричневые, к границе слоя становится тёмно-коричневой. В результате на тангенциальном разрезе перед ранней зоной, испещрённой сосудами, проходит более тёмноокрашенная и плотная полоска (подобно хвойным).

В ранней древесине на поперечном разрезе крупные сосуды образуют сплошное кольцо отверстий из нескольких рядов. Они отчётливо заметны и на продольных разрезах.

В поздней древесине годичного слоя на поперечном разрезе мелкие сосуды и паренхимные клетки заметны в виде разбросанных белых точек и очень тонких, коротких светлых косых или тангенциальных чёрточек, длина которых увеличивается к внешней границе годичного слоя.

Сердцевинные лучи узкие (1–5-рядные), многочисленные, просматриваются только на правильном радиальном разрезе в виде тонких блестящих полосок одного цвета с окружающей древесиной.

Древесина бархата умеренно лёгкая, умеренно прочная, умеренно твёрдая, умеренно хрупкая, умеренно усыхающая. Обладает высокой декоративностью с характерным шелковистым блеском на продольных разрезах, хорошо обрабатывается. Восприимчива к воздействию микроорганизмов и грибов.

Используется в производстве мебели, строганого шпона, идёт на изготовление сувениров. Кора используется при изготовлении укупорочной пробки мелких размеров.

8. Ясень обыкновенный — *Fraxinus excelsior* L.

Сем. Маслиновые — *Oleaceae*.

Ясень — дерево высотой до 40 м, диаметром до 1,5 м, доживает до 150–300 лет. Естественно произрастает в европейской части России и на Украине; на север доходит до Санкт-Петербурга. На Дальнем Востоке распространён *Я. маньчжурский* — *Fr. mandshurica* Rupr., близкий по свойствам к данному виду.

Ясень — кольцесосудистая ядровая порода.

Заболонь широкая (20–40 слоёв, до 7 см по радиусу), светлая, почти белая с желтоватым или розоватым оттенком; переход к ядру постепенный.

Ядро светло-коричневое, охряных тонов с розовыми или лиловыми оттенками. Часто ядро неравномерно окрашенное, на поперечном разрезе обычно имеет неправильную форму и неравномерно-волнистую границу.

Годичные слои хорошо видны на всех разрезах.

В ранней зоне годичного слоя сосуды не очень крупные, но расположены в несколько рядов, хорошо заметны на всех разрезах (на продольных разрезах образуют особо чёткие бороздки). Многие сосуды затиллованы.

В поздней древесине на поперечном разрезе мелкие сосуды и паренхимные клетки образуют рисунок в виде разбросанных очень мелких белых точек (рис. 71); у самой внешней границы годичного слоя точки могут сливаться в небольшие, тонкие, мелкоизвилистые, тангенциальные чёрточки; на широких слоях точки могут сливаться в тонкие тангенциальные почти не извилистые линии.

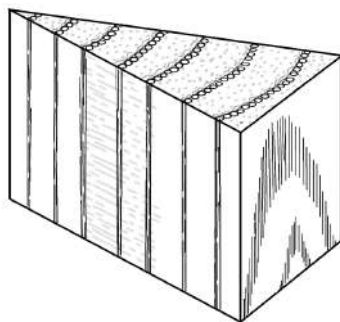


Рис. 71

Схематичный общий вид древесины ясеня

Сердцевинные лучи многочисленные, узкие (1–3-рядные), незаметные. Они могут просматриваться лишь на правильном радиальном разрезе или на поражённой древесине.

Древесина ясеня имеет красивую текстуру, плотная, прочная, твёрдая, вязкая, умеренно усыхающая, хорошо гнётся и не даёт отщепов, легко обрабатывается и полируется.

Широко используется в машиностроении, производстве лыж и другого спортивного инвентаря, вёсел, строганого шпона и мебели, паркета.

Кора служит дубителем и сырьём для получения чёрной, коричневой и синей красок. Ясень широко используется в озеленении.

9. Гледичия трёхколючковая (= обыкновенная) — *Gleditsia triacanthos* L.
Сем. Бобовые — *Leguminosae*.

Дерево до 40 м высотой, с широко цилиндрической ажурной кроной, закруглённой наверху, и стволом, покрытым тёмно-бурой, морщинистой, позднее трещиноватой корой. На стволе и ветвях обильные крепкие разветвлённые колючки до 10 см длиной. Доживает до 300 лет.

Ядровая кольцесосудистая порода. Ядро красновато-коричневое или розовато-коричневое с золотистым блеском. Заболонь светлая, белая с желтоватым оттенком, довольно широкая, резко отграничена от ядра.

Обычно широкие годовичные слои хорошо заметны на всех разрезах по кольцу крупных сосудов. В ранней части годовичного слоя размещены в несколько рядов не очень крупные сосуды, образующие довольно широкую белую полосу. Большинство сосудов затиллованны.

В широкой, хорошо развитой, очень плотной и более тёмной поздней древесине мелкие сосуды и паренхимные тяжи образуют сначала рисунок из разбросанных точек и очень узких коротких полосок; во второй половине поздней древесины, ближе к внешней границе слоя, рисунок в виде многочисленных, длинных, извилистых тангенциальных линий.

Сердцевинные лучи узкие (1–3-рядные, часто и более широкие), многочисленные, по цвету не отличаются от окружающей древесины, но хорошо заметны на радиальном разрезе по блеску.

Древесина гледичии имеет красивую текстуру, блестящая, очень плотная, прочная, твёрдая, значительно усыхающая.

10. Тик — *Tectona grandis* L.

Сем. Вербеновые — *Verbenaceae*.

Дерево высотой до 40–50 м с диаметром ствола до 1,5–2 м. Естественно произрастает в Индии, Шри-Ланке, Индонезии, Таиланде. Широко культивируется с целью получения древесины не только в этих странах, но и в Экваториальной Африке, Южном Судане, Центральной и Южной Америке.

Ядровая кольцесосудистая порода (иногда полукольцесосудистая). Ядро желтовато-коричневое или коричневое с золотистым блеском. Заболонь светлая, белая с желтоватым оттенком, довольно узкая, резко отграничена от ядра. Древесина тика, выращенного на плантациях не отличается от древесины старых выросших в лесу деревьев тика по плотности, прочности и твёрдости, но может отличаться по окраске и стабильности цвета.

Годичные слои хорошо заметны на всех разрезах по кольцу крупных сосудов. На поперечном разрезе годичные слои могут иметь неравномерную ширину. В ядре сосуды затиллованы.

В плотной и более тёмной поздней древесине мелкие сосуды образуют рисунок из разбросанных точек; диаметр сосудов постепенно уменьшается к границе слоя.

Сердцевинные лучи узкие (3–4-рядные, могут быть до 10-рядных), многочисленные, по цвету не отличаются от окружающей древесины, но просматриваются на радиальном разрезе.

Древесина тика имеет красивую текстуру, стойкая, достаточно плотная, прочная, твёрдая, мало усыхающая.

Широко используется в производстве дверей и окон, мебели, в том числе садовой, паркета; обладая высокой стойкостью, древесина тика хорошо себя проявляет в различных изделиях, контактирующих с водой, почвой, или подверженных воздействию осадков.

Кроме этих пород к лиственным кольцесосудистым относится айлант (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle), фисташка настоящая (*Pistacia vera* L.), шелковица белая и чёрная (*Morus alba* L., *M. nigra* L.), лох узколистный (*Elaeagnus angustifolia* L.), маклюра (*Maclura pomifera* (RAF.) C. K. Schneid.) и некоторые другие.

4.3. Лиственные рассеяннососудистые породы

1. Ива — *Salix* spp.

Сем. Ивовые — *Salicaceae*.

К роду *Salix* относится около 120 видов, подавляющее большинство которых являются кустарниками.

Наиболее крупными размерами среди наших ив отличается *ива белая* (= *серебристая*, *ветла*) — *S. alba* L., достигающая высоты 20–30 м и диаметра 3 м, доживающее до 100–150 лет. Это дерево естественно распространено на юге и в средней полосе европейской части России и в Западной Сибири; в посадках вдоль дорог и в городских насаждениях заходит далеко на север европейской части России. Повсеместно в лесной зоне встречается *ива козья*

(= *бредина*) — *S. caprea* L., — дерево средней величины (до 15–20 м), которое может расти и кустовидно. В озеленении широко используется *ива ломкая* (= *ракита*) — *S. fragilis* L., достигающая высоты 20–25 м; эта ива может образовывать форму с шарообразной кроной. Из кустарниковых ив следует упомянуть *иву пенельную* — *S. cinerea* L., у которой на поверхности древесины под корой имеются многочисленные продольные острые рёбра.

Ива — рассеяннососудистая ядровая порода.

Заболонь узкая (у крупных деревьев, таких как ива белая, может быть довольно широкая с постепенным переходом к ядру), белая с розоватым, красноватым или желтоватым оттенком, резко отграничена от ядра.

Ядро от розовых до красновато-бурых тонов, окраска часто не интенсивная и неравномерная (у некоторых видов ив окраска ядра серовато-бурая).

Годичные слои обычно различаются на всех разрезах благодаря узкой тёмноокрашенной полоске, идущей вдоль внешней границы годичного слоя, но при более светлой окраске ядра могут быть заметны плохо.

Сосуды мелкие, расположены большей частью одиночно, перфорации простые, спиральных утолщений нет.

Сердцевинные лучи многочисленные, узкие (однорядные), невысокие, незаметные (могут слабо просматриваться на правильном радиальном разрезе).

В древесине ивы часто встречаются прожилки в виде тёмных тангенциальных чёрточек на поперечном разрезе и небольших продольных штрихов на продольных разрезах.

Древесина ивы лёгкая, малопрочная, мягкая, вязкая, малоусыхающая, не стойкая к гниению. Быстрорастущая порода.

Используется на ящичную тару, клёпку заливных и сухотарных бочек, изготовление лодок (долблёнки), посуды, в качестве топлива.

Кора содержит дубильные вещества (до 20% таннидов). Из коры ивы был получен аспирин (ацетилсалициловая кислота). Ценное раннее медоносное растение.

Ветви многих видов широко используются для изготовления плетёных изделий (корзины, лёгкая мебель и др.).

2. Тополь — *Populus* spp.

Сем. Ивовые — *Salicaceae*.

Известно более 100 видов тополей.

Тополи достигают высоты 30–35 м (пирамидальный — до 40–45, волосистоплодный — до 60 м) и диаметром до 1–2 м; доживает до 100–150 лет. Быстрорастущая порода, повсеместно используемая в озеленении городов.

В Евразии помимо *осины* (*тополя дрожащего*), которая будет рассматриваться как отдельная порода, широко распространены *тополь чёрный*, или *осокорь* *P. nigra* L., и *тополь белый*, или *серебристый* *P. alba* L. Эти тополя широко используются в озеленении.

Кроме этих видов тополей в озеленении часто используется естественно произрастающий в Северной Америке *тополь бальзамический* *P. balsamifera* L.



Очень широкое распространение получил также *тополь берлинский* *Populus ×berolinensis* Dippel., представляющий собой гибрид тополя лавролистного и пирамидального.

Тополь — рассеяннососудистая ядровая порода.

Заболонь довольно широкая, светлая, почти белая.

Ядро на свежесрубленном стволе окрашивается в довольно тёмный коричневатый с зеленовато-жёлтым оттенком цвет; ядро сухой обработанной древесины светло-серое (ядровая древесина тополя белого отличается розоватым с серо- или коричнево-зеленоватыми оттенками цветом).

Годичные слои широкие, заметны плохо. Может встречаться разнонаправленный тангенциальный наклон волокон.

Сосуды мелкие, часто расположены радиальными группами по 2–4, перфорации простые, спиральных утолщений нет.

Сердцевинные лучи многочисленные, узкие (однорядные), невысокие, незаметные.

Древесина тополей имеет однородное строение, лёгкая, малопрочная, мягкая, легко лущится, пропитывается и не даёт сильно коптящего пламени, умеренно усыхающая, хрупкая. Легко поражается гнилями.

3. Осина (= Тополь дрожащий) — *Populus tremula* L.

Сем. Ивовые — Salicaceae.

Дерево высотой до 30–35 м и диаметром до 1 м; доживает до 80–100 лет (редко до 160–180 лет). В России встречается повсеместно. Лесообразующая быстрорастущая порода.

Рассеяннососудистая спелодревесная порода (в нижней части ствола спелодревесность часто не выражена).

Древесина светлая, почти белая с лёгким зеленовато-жёлтым оттенком. Поражённая древесина может иметь серовато-голубые, розовато-бурые, неравномерно окрашенные зоны и полосы.

Годичные слои заметны плохо. Между годичными слоями проходит довольно широкая, светлая, слегка желтоватая, не всегда отчётливо различающаяся полоска.

Сосуды мелкие, часто расположены радиальными группами по 2–4, перфорации простые, спиральных утолщений нет.

Сердцевинные лучи многочисленные, узкие (однорядные), невысокие, незаметные.

Древесина осины имеет однородное строение, лёгкая, малопрочная, мягкая, легко лущится, пропитывается и не даёт сильно коптящего пламени, умеренно усыхающая, умеренно вязкая. Часто поражается гнилями.

Лучшее сырьё для производства спичек, целлюлозы, искусственного шёлка; используется в производстве фанеры, идёт на клёпку для бочек под рыбу и другие продукты, производство тары, упаковочной стружки, черенков лопат, деревянной посуды и игрушек, лыж, дуг, различных столярных и точёных изделий; широко используется в строительстве и в качестве топлива. Раньше широко использовалась в производстве кровельной дранки.

4. Орех — *Juglans* spp.

Сем. Ореховые — *Juglandaceae*.

Орех грецкий — *Juglans regia* L. — дерево высотой до 30–35 м и диаметром до 2 (4) м, доживает до 400 лет. Естественно распространён в горах Средней Азии. В культуре часто встречается на юге, поднимаясь на север до Прибалтики. На Дальнем Востоке распространён *О. маньчжурский* — *J. mandshurica* Maxim., который широко используется в озеленении и в европейской части России (встречается и в Санкт-Петербурге); древесина этого вида по физико-механическим свойствам значительно уступает древесине *О. грецкого*. Широко культивируются североамериканские *О. серый* — *J. cinerea* L. и несколько южнее *О. чёрный* — *J. nigra* L., достигающий высоты 50 м при диаметре ствола до 1,5 м.

Рассеяннососудистая ядровая порода.

Заболонь обычно довольно широкая, серовато-белых тонов, не резко отграничена от ядра.

Ядро коричневато-серых тонов (от почти серого до жёлто-коричневого), неравномерно окрашенное, сильно варьирует по интенсивности окраски, часто с почти чёрными пятнами и прослойками.

Годичные слои обычно широкие, хорошо заметные (так как поздняя древесина имеет более тёмную окраску).

Сосуды крупные, большей частью одиночные, перфорации простые, спиральных утолщений нет; сосуды более или менее равномерно распределены по всей ширине годичного слоя (в ранней древесине их несколько больше, чем в поздней), хорошо заметны на всех разрезах (рис. 72).

Сердцевинные лучи многочисленные, узкие (1–5-рядные), незаметные; различаются лишь на правильном радиальном разрезе в виде узких, чуть более тёмных полосок и чёрточек.

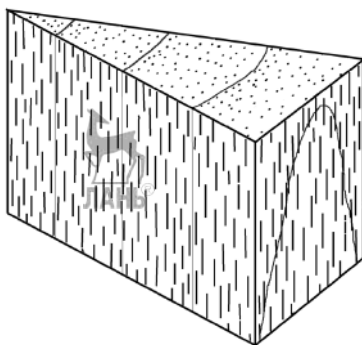


Рис. 72

Схематичный общий вид древесины ореха

Древесина ореха обладает высокими декоративными свойствами, красивой текстурой, красивой окраской ядра и блеском. Древесина умеренно плотная, прочная, твёрдая, умеренно вязкая, умеренно усыхающая, хорошо обрабатывается и полируется. Быстрорастущая порода.

Используется для резьбы и токарных изделий, изготовления строганого шпона, фанеры и мебели, производства ружейных лож, в авиастроении; при производстве шпона особенно ценятся ореховые наросты (капы).

Листья, кора и оболочка плодов богаты дубильными веществами (до 10%); они используются также для получения устойчивой тёмно-коричневой краски.

Плоды (орехи) содержат до 65% орехового масла и употребляются в пищу.

5. Граб — *Carpinus* spp.

Сем. Берёзовые — *Betulaceae*.

Граб обыкновенный (= *европейский*) — *Carpinus betulus* L. — дерево высотой до 25–30 м и диаметром до 60 см; живёт до 120–150 лет (редко до 250–400 лет). Естественно распространён в Западной Европе (от Беларуси, Украины, Молдовы), в Крыму и на Кавказе; встречается в Прибалтике; в посадках — в южной лесостепи.

В Крыму и на Кавказе встречается низкорослый (до 10 м или кустарник) *Г. восточный*, или *Грабинник*, — *C. orientalis* Mill.

Рассеяннососудистая заболонная порода.

Древесина тусклого серовато-белого цвета с лёгким желтоватым оттенком.

Годичные слои на поперечном разрезе сильно извилистые, хорошо заметные за счёт узкой, плотной, более тёмной полоски ткани, проходящей по внешней границе годичного слоя. На остальных разрезах и на образцах с очень светлой древесиной годичные слои видны плохо.

Сосуды мелкие, расположены одиночно или радиальными группами по 2–10, перфорации простые, на стенках мелких сосудов имеются тонкие спиральные утолщения.

Сердцевинные лучи двух типов: узкие (большей частью однорядные, высокие — до 50 клеток), многочисленные, незаметные и ложноширокие, довольно многочисленные, хорошо заметные на всех разрезах (рис. 73), образующиеся из 2–4 рядных узких лучей.

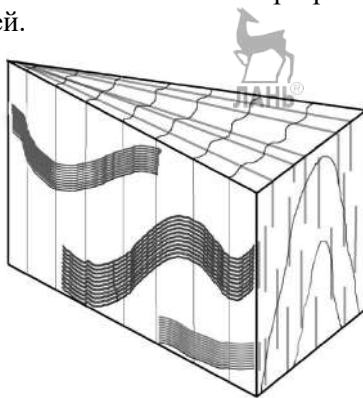


Рис. 73

Схематичный общий вид древесины граба

Древесина граба плотная, прочная, твёрдая, износостойкая, очень сильно усыхающая, сильно коробится и растрескивается при сушке, умеренно вязкая,

часто свилеватая, плохо колется. В свежесрубленной древесине без переработки быстро развивается побурение. В неблагоприятных условиях легко загнивает.

Широко используется для изготовления деталей машин: шестерёнок, винтов, рукояток; сапожных колодок (раньше — и сапожных гвоздей), клиньев, токарных изделий, «подушек» (подкладок) для врубовых прессов в кожевенной промышленности; для производства лущёного и строганого шпона, лыжных заготовок, в музыкальной и целлюлозно-бумажной промышленности; хорошие дрова.

Из коры можно добывать дубильные вещества, а из плодов (орешков) — эфирные масла.

6. Берёза — *Betula* spp.

Сем. Берёзовые — *Betulaceae*.

Данный род включает множество видов, распространённых в северном полушарии, в том числе и в России. Повсеместно в лесной зоне распространены *Берёза пушистая* — *Betula pubescens* Ehrh., *Берёза повислая* (= плакучая, бородавчатая) — *B. pendula* Roth. (= *verrucosa* Ehrh.), которые являются лесообразующими видами. Дерево высотой до 25–35 м и диаметром до 90 см; живёт до 100–150 лет (редко до 400–500 лет). Эти два вида часто образуют гибриды и практически не отличаются по строению древесины.

Из кустарниковых берёз широко распространены *Б. приземистая* (= низкая) — *Betula humilis* Schrank., высотой до 2,5 м, и ещё более низкая *Б. карликовая* — *Betula nana* L., образующая стланиковую форму.

Рассеяннососудистая заболонная порода, часто встречается буроватое ложное ядро.

Древесина светлая, почти белая, со светлым желтовато- или розовато-коричневым оттенком. На продольных разрезах древесина обладает блеском.

Годичные слои обычно видны плохо на всех разрезах. По внешней границе годичного слоя проходит очень узкая полоска более тёмноокрашенной ткани, на тангенциальном разрезе она образует размытый рисунок.

Сосуды мелкие, незаметные, но на продольных разрезах создают очень тонкую, трудно различимую штриховатость. Сосуды одиночные или расположены радиальными группами по 2–3–6, перфорации лестничные с количеством перегородок до 25, спиральных утолщений нет.

Сердцевинные лучи узкие (1–4-рядные), многочисленные, по цвету не отличаются от основного фона древесины, но хорошо просматриваются на правильном радиальном разрезе в виде блестящих чётрочек и точек; в интенсивно окрашенном ложном ядре на радиальном разрезе могут отличаться буроватой окраской.

В древесине часто встречаются прожилки, заметные на поперечном разрезе в виде коротких тангенциальных чётрочек, а на продольных — в виде вытянутых чётрочек красновато-бурого цвета.

Древесина берёзы однородная по строению, умеренно плотная, прочная, твёрдая, значительно усыхающая, умеренно вязкая, хорошо обрабатывается; при хранении свежезаготовленной древесины быстро буреет, не стойкая к гниению.

Более высокими физико-механическими свойствами отличаются произрастающие на Дальнем Востоке *Б. даурская* (= чёрная дальневосточная) — *B. davurica* Pall., *Б. ребристая* (= жёлтая дальневосточная) — *B. costata* Trautv., *Б. Эрмана* (= каменная) — *B. ertmanii* Cham. и, особенно, *Б. Шмидта* (= железная) — *B. Schmidtii* Regel. (последняя имеет древесину примерно в 1,5 раза более плотную и прочную и примерно в 2,5 раза более твёрдую, чем у берёзы пушистой и повислой).

Древесина имеет самое широкое применение: производство фанеры и лущёного шпона, лыжное, колодочное производство, ружейные ложа, рукоятки орудий ручного труда, клёпка сухотарных бочек, мебельное производство, сельскохозяйственное машиностроение, строительные детали, паркет, производство древесностружечных и древесноволокнистых плит, целлюлозно-бумажная промышленность, продукты лесохимии (фурфурол, уксусная кислота, ацетон), производство древесного угля, хорошие дрова. Раньше древесина берёзы широко использовалась в катушечном производстве, производстве сапожных деревянных гвоздей, колёсных ступиц. Древесина *Б. железной* может заменять *бакаут* в кораблестроении (в подшивниках дейдвудных труб).

Древесина берёзовых наростов (капов) и «карельской берёзы» (*B. pendula* var. *carelica* (Merckl.) Hämet-Ahti) обладает красивой текстурой и высоко ценится как отделочный материал и для различных поделок.

Луб берёзы богат дубильными веществами. Из бересты делают различные художественные поделки, а раньше — лапти, корзины, кошели. Перегонка бересты даёт сажу и высококачественный берёзовый дёготь. Весной из стволов растущих деревьев добывают берёзовый сок.

7. О́льха — *Alnus* spp.

Сем. Берёзовые — *Betulaceae*.

О́льха чёрная (= клейкая) — *Alnus glutinosa* (L.) Gaerth. — дерево высотой до 30–35 м и диаметром до 1 м; доживает до 100 лет (редко до 300 лет). Распространена повсеместно.

Из других видов этого рода ещё более широким распространением отличается менее крупная (диаметром до 30 см, высотой до 20 м), часто растущая кустовидно, *О. серая* (= белая) — *A. incana* (L.) Moench. Это дерево живёт до 60, редко до 150 лет. Вместе с *О. чёрной* — быстрорастущие лесообразующие породы.

В Сибири и на Дальнем Востоке она замещается *О. волосистой* (= пушистой) — *A. hirsuta* (Spach.) Turcz. ex Rupr. На Кавказе встречается также *О. бородастая* — *A. barbata* С. А. Meyer. Несколько видов ольхи встречается на Дальнем Востоке.

Рассеяннососудистая заболонная порода.

Древесина в свежесрубленном состоянии светлая, почти белая; на воздухе быстро темнеет, приобретая различную по интенсивности окраску от светло-розовой до желтовато-красной; высушенная обработанная древесина розоватых тонов.

В древесине часто встречаются бурые прожилки. Часто образуется бурое ложное ядро.

Годичные слои различаются плохо. По внешней границе годичного слоя проходит узкая, более тёмная полоска.

Сосуды мелкие, расположены одиночно или радиальными группами по 3–5, перфорации лестничные с количеством перегородок до 25, спиральных утолщений нет.

Сердцевинные лучи двух типов: узкие (1–2-рядные), многочисленные, незаметные и ложноширокие, немногочисленные, хорошо заметные на всех разрезах (рис. 74) (на некоторых участках древесины полностью отсутствуют).

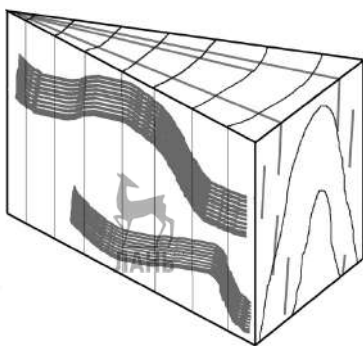


Рис. 74

Схематичный общий вид древесины ольхи

Древесина ольхи имеет однородное строение, лёгкая, умеренно прочная, умеренно твёрдая, малоусыхающая, обладает повышенной хрупкостью, хорошо обрабатывается, полируется, пропитывается и прессуется.

Используется в производстве лущёного и строганого шпона, в столярно-мебельном, токарном, спичечном производстве, производстве ящичной тары и упаковочной стружки, грубрезных изделий, в целлюлозно-бумажной промышленности, ценится в производстве подводных сооружений, даёт хорошие дрова.

Кора является сырьём для дубильной промышленности (содержит до 16% таннидов); из коры получают чёрную и коричневую краску.

8. Бук — *Fagus* spp.

Сем. Буковые — *Fagaceae*.

Бук восточный — *Fagus orientalis* Lipsky. — дерево высотой до 40–50 м и диаметром до 1–2 м, живущее в среднем до 150 лет, максимум до 500 лет (по некоторым данным до 800 и более лет). Естественно распространён на Кавказе и в Крыму. *Б. лесной* (= *европейский*) — *F. silvatica* L. распространён на западе Украины и Беларуси, в Молдавии и Калининградской области. В культуре доходит до Санкт-Петербурга, но часто обмерзает.

Рассеяннососудистая спелодревесная порода.

Древесина светлая с желтовато-красным оттенком. Часто встречается красновато-коричневое ложное ядро.

Годичные слои хорошо видны на всех разрезах; поздняя зона годичного слоя окрашена темнее. В местах пересечения с сердцевинными лучами годичные слои слегка изгибаются.

Сосуды мелкие, расположены одиночно или группами по 3–4, перфорации более крупных сосудов — простые, мелких (встречаются реже) — лестничные с 6–8 перегородками; спиральные утолщения отсутствуют.

Сердцевинные лучи двух типов: узкие (1–6-рядные), многочисленные, хорошо заметные только на радиальном разрезе, и широкие (до 16 рядов), довольно многочисленные, хорошо заметные в виде более светлых полос на поперечном разрезе, и в виде красновато-бурых пятен и штрихов на радиальном и тангенциальном разрезах, соответственно (рис. 75).

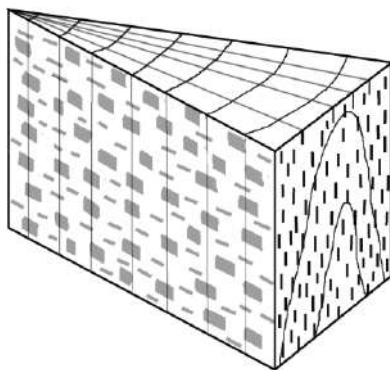


Рис. 75

Схематичный общий вид древесины бука

Древесина бука плотная, прочная, твёрдая, значительно усыхающая и коробящаяся, умеренно вязкая, легко колется, хорошо гнётся; при хранении свежезаготовленной древесины в коре — быстро буреет, малостойка к гниению.

Используется для производства гнутой мебели, паркета, строганого шпона и фанеры, сапожных колодок, щёток, рукояток, клёпки бочек под сливочное масло (раньше — клёпки под керосиновые бочки и минеральные масла), деталей машин, для внутренней отделки помещений, для «подушек» (подкладок) для врубовых прессов в кожевенной промышленности; для орудий ручного труда, токарных изделий, подводных сооружений, в целлюлозно-бумажной промышленности, в лесохимии (для сухой перегонки древесины); в консервированном виде — для ж/д шпал и мостовых сооружений.

Плоды — орешки — используются в пищевой промышленности и для откорма животных.

9. Груша — *Pyrus* spp.

Сем. Розоцветные — *Rosaceae*.

Известно довольно много видов данного рода. *Груша обыкновенная* — *Pyrus communis* L. — дерево высотой до 20–30 м и диаметром до 40 см, живущее до 200–300 лет, естественно произрастает в лесостепной и степной зонах, на Кавказе и в Крыму; повсеместно культивируется. На Кавказе широко распространена *Груша кавказская* — *P. caucasica* Fed. В Крыму встречается невысокая *Груша лохолистная* — *P. elaeagrifolia* Pall.

Рассеяннососудистая спелодревесная порода.

Древесина равномерно окрашена, от светлого желтовато-розового до буровато-красного цвета.

Годичные слои различаются крайне плохо.

Сосуды очень мелкие, одиночные или группами по 2–3, перфорации простые, спиральных утолщений нет (имеется тонкая плохо заметная спиральная штриховатость).

Сердцевинные лучи многочисленные, узкие (1–3-рядные), хорошо просматриваются только на правильном радиальном разрезе.

Древесина груши плотная, прочная, твёрдая, значительно усыхающая, не подвержена короблению и растрескиванию при сушке, хорошо обрабатывается, превосходно полируется.

Очень высоко ценится в столярно-мебельном, резном и токарном деле, при изготовлении духовых музыкальных инструментов, различных приборов, чертёжных и канцелярских принадлежностей. Для отделки особенно ценятся грушевые наросты.

Плоды являются ценным пищевым продуктом.

10. Черешня (Вишня) — *Cerasus avium* (L.) Moench.

Сем. Розоцветные — *Rosaceae*.

Черешня (Вишня птичья) — дерево высотой до 30–33 м и диаметром до 50–60 см, распространённое в средней и южной части Западной Европы, на Кавказе и в Крыму. В качестве культурного растения повсеместно встречается *Вишня обыкновенная* — *Pr. vulgaris* Mill. — дерево высотой до 3 м. В степных и лесостепных районах встречается *В. кустарниковая (вишарник)* — *Pr. fruticosa* Pall. — кустарник до 2 м высотой.

Рассеяннососудистая ядровая порода.

Заболонь резко отграничена от ядра, узкая, белая (на свежесрубленной древесине заболонь окрашивается на срезах в розоватый тон; при этом узкая зона спелой древесины остается белой).

Ядро розовое с жёлто-коричневыми оттенками, иногда встречаются зеленоватые зоны по границе годичных слоёв; переход заболони в ядро резкий (радиальный разрез).

Годичные слои относительно плохо видны на всех разрезах.

Сосуды в древесине мелкие, многочисленные, незаметные.

Сосуды одиночные или группами, перфорации простые, на стенках сосудов имеются спиральные утолщения; в ранней древесине диаметр сосудов несколько больше, чем в поздней.

Сердцевинные лучи узкие (1–4-рядные), многочисленные, хорошо заметны на радиальном разрезе.

Древесина черешни блестящая, умеренно плотная, умеренно прочная, умеренно твёрдая, умеренно усыхающая, хорошо обрабатывается. На свежем срезе древесина обладает характерным сладковато-миндальным запахом.

Употребляется на мелкие поделки, токарные и резные изделия; древесина черешни очень ценится в производстве мебели. Плоды употребляются в пищу.

11. Клён — *Acer* spp.

Сем. Кленовые — *Aceraceae*.

Клён остролистный (= платановидный) — *Acer platanoides* L. — дерево высотой до 32 м и диаметром до 1 м; живёт до 200 лет. Встречается повсеместно в европейской части, поднимаясь на север до Петрозаводска. Более южными видами являются *К. полевой* (= *к. равнинный*) — *A. campestre* L., *К. ложноплатановый* (= *явор*, *к. белый*) — *A. pseudoplatanus* L. и более мелкий *К. татарский* (= *неклён*, *черноклён*) — *A. tataricum* L. На Кавказе кроме этих клёнов встречается *К. светлый* — *A. laetum* C. A. Meyer, *К. гирканский* — *A. hyrcanum* Fischer et C. A. Meyer. На Дальнем Востоке встречается *К. маньчжурский* — *A. mandshuricum* Maxim., *К. моно* (= *мелколистный*) — *A. mono* Maxim., *К. гиннала* (= *приречный*) — *A. ginnala* Maxim. (дерево высотой до 6 м или кустарник) и некоторые другие виды. Целый ряд клёнов встречается в Средней Азии. Многие виды клёнов широко используются в озеленении и встречаются в культуре значительно севернее своего естественного ареала (до Санкт-Петербурга и Петрозаводска) — *К. татарский*, *К. гиннала*, интродуцированные из Северной Америки *К. ясенелистный* (= *американский*) — *A. negundo* L., *К. серебристый* — *A. saccharinum* L., и др.

Рассеяннососудистая заболонная порода.

Древесина светлая, почти белая, с розоватым или желтоватым оттенком. Часто встречается зеленовато-серое ложное ядро.

Годичные слои хорошо видны на всех разрезах. По внешней границе годичного слоя проходит узкая полоска тёмноокрашенной ткани, которая на тангенциальном разрезе образует чёткий рисунок.

Сосуды в древесине мелкие, многочисленные, незаметные. Сосуды расположены одиночно или группами, перфорации простые, на стенках сосудов имеются спиральные утолщения; в ранней и в поздней древесине диаметр сосудов равен, но их количество в ранней древесине больше.

Сердцевинные лучи узкие (у *A. platanoides* — 1–6-рядные), многочисленные, окрашены в более тёмный цвет и хорошо заметны на радиальном разрезе (придают древесине характерный рябоватый вид) (рис. 76). На поперечном разрезе они могут просматриваться в виде очень тонких радиальных линий. На тангенциальном разрезе узкие лучи заметны, если окрашены в достаточно тёмный цвет, в виде многочисленных очень узких и мелких тёмных штрихов.

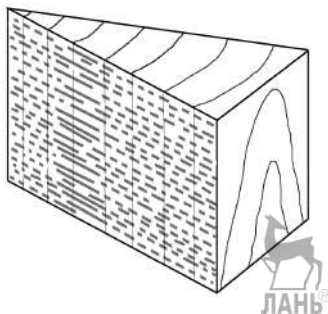


Рис. 76

Схематичный общий вид древесины клёна

Древесина клёна имеет однородное строение и красивую текстуру, плотная, прочная, твёрдая, умеренно усыхающая, умеренно вязкая, трудно колется, не стойкая к гниению, хорошо обрабатывается.

Используется в производстве музыкальных инструментов (гобои, флейты, кларнеты), ружейных лож, сапожных колодок (раньше — и деревянных гвоздей), лущёного и строганого шпона, в мебельном производстве, машиностроении, строительстве. Для строганого шпона, резных и художественных изделий особенно ценится древесина кленовых капов, свилеватая древесина, древесина с большим количеством глазков, образующих текстуру «птичьего глаза».

12. Платан восточный (= Чинар) — *Platanus orientalis* L.

Сем. Платановые — Platanaceae.

Дерево высотой 30 (до 50) м и диаметром у основания 3–5(6) м; долгоживуч, способен жить свыше 2000 лет. Встречается в Средней Азии и на Кавказе.

Рассеяннососудистая ядровая порода.

Заболонь не резко отграничена от ядра, широкая, красновато-белая. Ядро красно-бурого цвета.

Годичные слои заметны не очень хорошо; вдоль границы проходит узкая уплотнённая светлая полоска.

Сосуды разного диаметра, мелкие, расположены одиночно или группами по 2–3, перфорации большей частью лестничные с 10–20 перегородками и реже простые.

Сердцевинные лучи двух типов: узкие (однорядные), незаметные и крайне редкие и широкие (до 20 клеток шириной, до 100 — высотой), очень многочисленные, окрашенные в красновато-бурый цвет и хорошо заметные на всех разрезах (рис. 77). На поперечном разрезе расстояние между лучами немного больше ширины самого луча; на тангенциальном разрезе образуют характерную испещрённость в виде сетки; на радиальном разрезе блестящие ленты и пятна сердцевинных лучей могут занимать до 30–50% площади разреза.

Древесина платана имеет очень красивую текстуру, умеренно плотная, умеренно прочная, твёрдая, малоусыхающая, стойкая к гниению, хорошо обрабатывается.

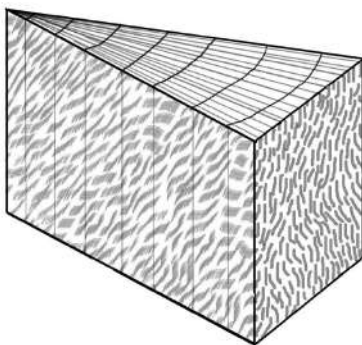


Рис. 77

Схематичный общий вид древесины платана

Используется как отделочный материал в виде строганого шпона и в виде досок для производства ценной художественной мебели, для отделки помещений, изготовления столярных и точёных, мелких художественных и бытовых изделий.

13. Липа — *Tilia* spp.

Сем. Липовые — *Tiliaceae*.

Липа мелколистная (= *сердцевидная*) — *Tilia cordata* Mill. — дерево высотой до 25–30 м и диаметром до 2 м и более, живёт до 400–600 лет. Распространена повсеместно в европейской части, доходя на север до Ладожского и Онежского озёр, и в Западной Сибири. В Сибири кроме этого встречается *Л. сибирская* — *T. sibirica* Bayer. На Кавказе и в Украине произрастают *Л. крупнолистная* (= *широколистная*) — *T. platyphyllos* Scop. и *Л. бегониелистная* (= *кавказская*) — *T. begoniifolia* Steven (= *caucasica* Rupr.). На Дальнем Востоке встречается *Л. амурская* — *T. amurensis* Rupr. и *Л. маньчжурская* — *T. mandshurica* Rupr. et Maxim.

Рассеяннососудистая заболонная порода.

Древесина светлая, почти белая со слабым розовато-жёлтым оттенком.

Годичные слои различаются плохо. По наружному краю годичного слоя проходит узкая полоска светлой ткани.

Сосуды мелкие, расположены одиночно или радиальными группами по 2–3–5, перфорации простые; на стенках сосудов и трахеид имеются спиральные утолщения.

Сердцевинные лучи узкие (1–5-рядные), но очень высокие (до 100 и более клеток), многочисленные, хорошо просматриваются на правильном радиальном разрезе в виде полосок и пятнышек одного тона с окружающей древесиной.

Древесина липы имеет однородное строение, лёгкая, малопрочная, мягкая, значительно усыхающая, при сушке мало трескается и коробится, умеренно хрупкая, хорошо режется и колется, хорошо поддаётся лакировкам и золочению.

Используется в производстве фанеры, спичек, мебели, музыкальных инструментов (детали гармонии), рисовальных столов, чертёжных досок и принадлежностей, досок для ручной раскройки кожи, сапожных колодок и обуви, деревянной посуды, игрушек, карандашей, моделей для литья, бочек для рыбы, молочных продуктов, мёда и сахарного песка, точёных, резных и столярных изделий, упаковочной стружки. Липовые брёвна и доски — лучший материал для строительства бань.

Из луба получают мочало и лыко; раньше из них делали рогожи, кули, верёвки, лапти и различные мелкие кузова; луб старой коры использовался при изготовлении бумаги. Лыко, сок, цветки, мёд и почки используются в медицине. Из цветков и орешков получают эфирное масло. Липа является хорошим медоносным растением.

14. Самшит вечнозелёный — *Buxus sempervirens* L.

Сем. Самшитовые — *Buxaceae*.

Дерево высотой обычно до 16 м и диаметром до 10–20 см, живёт до 700 лет. Распространён в Крыму, на Кавказе, в Закавказье и по всему Средиземноморью.

В западном Закавказье произрастает *C. колхидский* (= *кавказский*) — *B. colchica* Rojark., достигающий высоты 20 м, диаметра 50 см и возраста 500 лет. В Талыше встречается *C. гирканский* — *B. hirsuta* Rojark.

Рассеяннососудистая заболонная порода.

Древесина равномерно окрашена, светло-жёлтая, матовая.

Годичные слои очень узкие, слегка волнистые; различаются только на хорошо отшлифованной древесине на поперечном и тангенциальном разрезах.

Сосуды очень мелкие, расположены одиночно или группами по 2–3, перфорации лестничные с количеством перегородок 6–25, спиральных утолщений нет.

Сердцевинные лучи узкие (1–3-рядные), могут просматриваться только на правильном радиальном разрезе в виде блестящих коротких чёрточек.

Древесина самшита имеет чрезвычайно однородное строение, очень плотная, очень прочная, крайне твёрдая, умеренно хрупкая, хорошо обрабатывается и полируется.

Используется в производстве ткацких челноков, ксилографических клише, музыкальных инструментов, подшипников, валиков, подпятников, различных наконечников, токарных и резных изделий (портсигары, шкатулки, пуговицы, шахматы и др.).

К группе лиственных рассеяннососудистых относится большинство древесных пород.

Ряд древесных пород, относящихся к различным ботаническим видам, известен под общим коммерческим названием «красное дерево». Заболонь этих пород обычно имеет светлую белую или желтовато-розовую окраску, а ядро — от розового до красно-коричневого цвета. Древесина может быть достаточно лёгкой или очень плотной.

Наиболее известные породы, относящиеся к «красному дереву», это:

- Айеле (Aiélé) *Canarium schweinfurthii* Engl.;
- Андоунг (Andoung) *Monopetalanthus* spp.;
- Афзелия, Чанфута (Afzelia) *Afzelia quanzensis* Welw.;
- Бинтагор (Bintangor) *Calophyllum* spp.;
- Дибету (Dibétou) *Lovoa trichilioides* Harms;
- Сапели (Sapeli) (*Entandrophragma cylindricum* (Sprague) Sprague);
- Кайя (Khaya, African mahogany) *Khaya* spp.;
- Мербау (Merbau) *Intsia* spp.;
- Экаба (Ekaba) *Tetraberlinia bifoliolata* (Harms) Hauman;
- Бубинга (Bubinga) *Guibourtia* spp.;
- Ироко (Iroko) *Milicia excelsa* (Welw.) C. C. Berg;
- Фрамуре (Framiré) *Terminalia ivorensis* A. Chev.;
- Ятоба (Jatobá, courbaril) *Hymenaea courbaril* L., *Hymenaea* spp.;
- Цезальпиния (Páu brasil, brazilwood) *Paubrasilia echinata* ((Lam.) Gagnon, H. C. Lima & G. P. Lewis 2016);
- Санта Мария, Жакареуба (Santa María, Jacareuba) *Calophyllum brasiliense* Cambess.;
- Сино (Sipo, utile) *Entandrophragma utile* (Dawe & Sprague) Sprague;
- Канур (Kapur) *Dryobalanops* spp.;

- *Косипо* (Kosipo) *Entandrophragma candollei* Harms;
- *Котибэ* (Kotibé) *Nesogordonia papaverifera* R. Cap.;
- *Керуинг* (Keruing) *Dipterocarpus* spp.;
- *Махогони* (Mahogany) *Swietenia macrophylla* King. и др.

Очень красивую древесину яркого малиново-пурпурного цвета имеет древесина *Падука* (Padouk) — *Pterocarpus soyauxii* Taub.

Древесина *Амаранта* (Amarant, nazareno, pau roxo) — *Peltogyne* spp. имеет фиолетовую окраску.

Аналогично «красному дереву» древесина целого ряда пород, произрастающих в различных регионах Земли, называется «чёрным деревом».

К «чёрному дереву» относится:

- *Африканское чёрное дерево* (African blackwood) — *Dalbergia melanoxylon* Guill. & Perr.;
- *Эбеновое чёрное дерево* (Black ebony) — *Diospyros* spp.;
- *Австралийское чёрное дерево, австралийская чёрная акация* (Australian blackwood, Tasmanian blackwood) *Acacia melanoxylon* R. Br.;
- *Каталокс, Мексиканский королевский эбен* (Katalox, Mexican Royal Ebony) *Swartzia cubensis* (Britton & P. Wilson) Standl.

Широкую известность получили такие лиственные рассеяннососудистые породы, как *бальза* (Balsa) — *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb. (плотность древесины 0,06–0,20 г/см³), *обече* (*абачи*) (Obече, Abachi) — *Triplochiton scleroxylon* K. Schum. (плотность древесины 0,25–0,55 г/см³), *бакаут* (Pockholz, lignum vitae) — *Guaiaacum* spp. (плотность древесины 0,95–1,30 г/см³), *гринхард* (Greenheart) — *Chlorocardium rodiei* (R. Schomb.) R. R. W. (плотность древесины 0,9–1,1 г/см³), *шелковый дуб* (Silky oak) — *Grevillea robusta* A. Cunn. (плотность древесины 0,55–0,60 г/см³).

К рассеяннососудистым относятся многочисленные виды *эвкалиптов*, исконно произрастающие в Австралии, но широко распространённые в плантациях по всему свету.



5. ЛЕСНОЕ ТОВАРОВЕДЕНИЕ

Лесное товароведение — раздел дисциплины древесиноведения, посвящённый изучению «лесных» товаров — товаров, произведённых на основе древесины, а также коры, ствола или иных частей дерева. К лесным товарам относят изделия, получаемые различными отраслями промышленности, из цельной древесины, шпона, измельчённой древесины, древесины, подвергшейся термическому или химическому воздействию, а также извлечённые или полученные из древесного сырья вещества.

Количество товаров, в том или ином виде включающих древесину ствола или другие части дерева и вещества, извлечённые из древесных растений, крайне велик. Поэтому группы товаров, изучаемые в лесном товароведении, ограничиваются товарами, получаемых при переработке собственно «лесного» древесного сырья, и не охватывают товаров, производимых из них. Так, брёвна, доски, деревянные заготовки — типичные лесные товары, а дома, построенные из них, или произведённая мебель к лесным товарам относиться не будут. С другой стороны, в рамках курса товароведения рассматриваются лишь основные виды товаров и основные направления переработки древесины, на которые приходится большая часть заготавливаемой древесины и которые имеют большее значение в народном хозяйстве.

Лесное товароведение базируется на изучении требований нормативных документов к различным лесным товарам. Оно рассматривает показатели качества различных товаров, их обмера и учёта, маркировки, транспортировки и хранения, приёмки.

Требования к тем или иным лесным товарам устанавливаются различными нормативными документами, в первую очередь стандартами.

5.1. Основы стандартизации продукции в России

В сфере стандартизации у нас в стране действует два основных закона: принятый 27.12.2002 г. Федеральный закон № 184-ФЗ «О техническом регулировании» и принятый 29.07.2015 г. Федеральный закон № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации».

Закон «О техническом регулировании» был разработан и принят с целью создания условий для развития производства и предпринимательства в изменившихся современных правовых и технических условиях, обеспечения возможности законного производства новых товаров и услуг, повышения конкурентности товаров и т. д. Закон вводил целый ряд новых понятий.

До разработки и принятия ФЗ № 184 на территории нашей страны, в соответствии с Законом РФ № 5154-1 от 10.06.1993 г. «О стандартизации», действовали четыре категории нормативных документов: государственные стандарты (ГОСТы), стандарты отраслей (отраслевые стандарты, ОСТы); стандарты предприятий (СТП, обычно в виде технических условий — ТУ); стандарты научно-технических, инженерных обществ и других общественных объедине-

ний (СТО). За длительный период времени была наработана взаимосвязанная система нормативных документов практически на все виды продукции.

Поэтому, после принятия закона «О техническом регулировании» постановлением Государственного комитета Российской Федерации по стандартизации и метрологии № 4 от 30.01.2004 г. «О национальных стандартах Российской Федерации» государственные и межгосударственные стандарты, принятые Госстандартом России до 1 июля 2003 г. (ГОСТы), были признаны национальными стандартами.

С момента принятия закон «О техническом регулировании» постоянно изменялся и дополнялся, и к настоящему времени претерпел кардинальные изменения, и после принятия нового закона «О стандартизации в Российской Федерации» от 29.07.2015 г. перестал касаться напрямую лесных товаров и требований к ним.

В законе «О стандартизации в Российской Федерации» даётся определение ряда основных терминов.

Стандартизация — деятельность по разработке (ведению), утверждению, изменению (актуализации), отмене, опубликованию и применению документов по стандартизации и иная деятельность, направленная на достижение упорядоченности в отношении объектов стандартизации.

Объект стандартизации — продукция (работы, услуги), процессы, системы менеджмента, терминология, условные обозначения, исследования (испытания) и измерения (включая отбор образцов) и методы испытаний, маркировка, процедуры оценки соответствия и иные объекты.

Документ по стандартизации — документ, в котором для добровольного и многократного применения устанавливаются общие характеристики объекта стандартизации, а также правила и общие принципы в отношении объекта стандартизации, за исключением случаев, если обязательность применения документов по стандартизации устанавливается настоящим Федеральным законом.

Национальный стандарт — документ по стандартизации, который разработан участником или участниками работ по стандартизации, по результатам экспертизы в техническом комитете по стандартизации или проектом технического комитета по стандартизации утверждён федеральным органом исполнительной власти в сфере стандартизации и в котором для всеобщего применения устанавливаются общие характеристики объекта стандартизации, а также правила и общие принципы в отношении объекта стандартизации.

Основополагающий национальный стандарт — национальный стандарт, разработанный и утверждённый федеральным органом исполнительной власти в сфере стандартизации, устанавливающий общие положения, касающиеся выполнения работ по стандартизации, а также виды национальных стандартов.

Предварительный национальный стандарт — документ по стандартизации, который разработан участником или участниками работ по стандартизации, по результатам экспертизы в техническом комитете по стандартизации или проектом технического комитета по стандартизации утверждён федеральным органом исполнительной власти в сфере стандартизации и в котором для все-

общего применения устанавливаются общие характеристики объекта стандартизации, а также правила и общие принципы в отношении объекта стандартизации на ограниченный срок в целях накопления опыта в процессе применения предварительного национального стандарта для возможной последующей разработки на его основе национального стандарта.

Стандарт организации — документ по стандартизации, утверждённый юридическим лицом, в том числе государственной корпорацией, саморегулируемой организацией, а также индивидуальным предпринимателем для совершенствования производства и обеспечения качества продукции, выполнения работ, оказания услуг.

Технические условия — вид стандарта организации, утверждённый изготовителем продукции или исполнителем работы, услуги.

Стандартизация осуществляется в целях:

- содействия социально-экономическому развитию Российской Федерации;
- содействия интеграции Российской Федерации в мировую экономику и международные системы стандартизации в качестве равноправного партнера;
- улучшения качества жизни населения страны;
- обеспечения обороны страны и безопасности государства;
- технического перевооружения промышленности;
- повышения качества продукции, выполнения работ, оказания услуг и повышения конкурентоспособности продукции российского производства.

Цели стандартизации достигаются путём реализации следующих задач:

1) внедрения передовых технологий, достижения и поддержания технологического лидерства Российской Федерации в высокотехнологичных (инновационных) секторах экономики;

2) повышения уровня безопасности жизни и здоровья людей, охраны окружающей среды, охраны объектов животного, растительного мира и других природных ресурсов, имущества юридических лиц и физических лиц, государственного и муниципального имущества, а также содействия развитию систем жизнеобеспечения населения в чрезвычайных ситуациях;

3) оптимизации и унификации номенклатуры продукции, обеспечения её совместимости и взаимозаменяемости, сокращения сроков её создания, освоения в производстве, а также затрат на эксплуатацию и утилизацию;

4) применения документов по стандартизации при поставках товаров, выполнении работ, оказании услуг, в том числе при осуществлении закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд;

5) обеспечения единства измерений и сопоставимости их результатов;

6) предупреждения действий, вводящих потребителя продукции в заблуждение;

7) обеспечения рационального использования ресурсов;

8) устранения технических барьеров в торговле и создание условий для применения международных стандартов и региональных стандартов, региональных сводов правил, стандартов иностранных государств и сводов правил иностранных государств.

Стандартизация осуществляется в соответствии с принципами:

- добровольного применения документов по стандартизации (кроме объектов особо оговорённых в законе «О стандартизации в Российской Федерации»);
- обеспечения соответствия общих характеристик, правил и общих принципов, устанавливаемых в документах национальной системы стандартизации, современному уровню развития науки, техники и технологий, передовому отечественному и зарубежному опыту;
- открытости разработки документов национальной системы стандартизации, обеспечения участия в разработке таких документов всех заинтересованных лиц, достижения консенсуса при разработке национальных стандартов;
- установления в документах по стандартизации требований, обеспечивающих возможность контроля за их выполнением;
- унификации разработки (ведения), утверждения (актуализации), изменения, отмены, опубликования и применения документов по стандартизации;
- соответствия документов по стандартизации действующим на территории Российской Федерации техническим регламентам;
- непротиворечивости национальных стандартов друг другу;
- доступности информации о документах по стандартизации с учётом ограничений, установленных нормативными правовыми актами Российской Федерации в области защиты сведений, составляющих государственную тайну или относимых к охраняемой в соответствии с законодательством Российской Федерации иной информации ограниченного доступа.

К документам по стандартизации в соответствии с настоящим Федеральным законом относятся:

- документы национальной системы стандартизации;
- общероссийские классификаторы;
- стандарты организаций, в том числе технические условия;
- своды правил;
- документы по стандартизации, которые устанавливают обязательные требования в отношении объектов особо оговорённых в законе «О стандартизации в Российской Федерации».

Документы национальной системы стандартизации не должны противоречить международным договорам Российской Федерации, федеральным законам, актам Президента Российской Федерации, актам Правительства Российской Федерации, нормативным правовым актам федеральных органов исполнительной власти и т. д., изданным в соответствии с установленными полномочиями.

Разработчиками документов национальной системы стандартизации являются участники работ по стандартизации.

При разработке национальных стандартов международные стандарты используются в качестве основы, за исключением случаев, если такое использование признано невозможным вследствие несоответствия требований международных стандартов климатическим и географическим особенностям Российской Федерации, техническим и (или) технологическим особенностям или по иным основаниям, либо Российская Федерация в соответствии с установлен-



ными процедурами выступала против утверждения международного стандарта или отдельного его положения.

Национальные стандарты и предварительные национальные стандарты разрабатываются на основе:

- 1) результатов научных исследований (испытаний) и измерений;
- 2) положений международных стандартов, региональных стандартов, региональных сводов правил, стандартов иностранных государств, сводов правил иностранных государств, стандартов организаций и технических условий, которые содержат новые и (или) прогрессивные требования к объектам стандартизации и способствуют повышению конкурентоспособности продукции (работ, услуг);
- 3) приобретённого практического опыта применения новых видов продукции, процессов и технологий.

Стандарты организаций и технические условия разрабатываются организациями самостоятельно исходя из необходимости их применения для обеспечения целей, указанных в Федеральном законе о стандартизации.

Они разрабатываются с учётом соответствующих документов национальной системы стандартизации.

Технические условия разрабатываются изготовителем и (или) исполнителем и применяются в соответствии с условиями, установленными в договорах (контрактах).

Порядок разработки, утверждения, учёта, изменения, отмены и применения стандартов организаций и технических условий устанавливается организациями самостоятельно с учётом применимых принципов, предусмотренных в Федеральном законе о стандартизации.

Проект стандарта организации, а также проект технических условий перед их утверждением может представляться в соответствующий технический комитет по стандартизации или проектный технический комитет по стандартизации для проведения экспертизы, по результатам которой технический комитет по стандартизации или проектный технический комитет по стандартизации готовит соответствующее заключение.

Документы национальной системы стандартизации применяются на добровольной основе одинаковым образом и в равной мере независимо от страны и (или) места происхождения продукции (товаров, работ, услуг), если иное не установлено законодательством Российской Федерации.

Условия применения международных стандартов, региональных стандартов, межгосударственных стандартов, региональных сводов правил, стандартов иностранных государств, сводов правил иностранных государств, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований утверждённого технического регламента или которые содержат правила и методы исследований (испытаний) и измерений, в том числе правила отбора образцов, необходимые для применения и исполнения утверждённого технического регламента и осуществления оценки соответствия, устанавливаются в соответствии с Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании».

Применение национального стандарта является обязательным для изготовителя или исполнителя в случае публичного заявления о соответствии продукции национальному стандарту, в том числе в случае применения обозначения национального стандарта в маркировке в эксплуатационной или иной документации, или маркировки продукции знаком национальной системы стандартизации.

Вопросы стандартизации и сертификации неразрывно связаны с качеством продукции.

5.2. Показатели качества лесных товаров

Качество продукции — совокупность свойств продукции, обуславливающих её пригодность удовлетворять определённые потребности в соответствии с её назначением. Показатель качества продукции — количественная характеристика одного или нескольких свойств продукции, входящих в её качество, рассматриваемая применительно к определённым условиям её создания и эксплуатации или потребления.

Основными показателями качества лесных товаров являются:

– *древесная порода* — показатель, подразумевающий целый комплекс определённых физических, механических, химических и иных свойств древесины. Указывая в документе породу «лиственница» мы подразумеваем плотную, прочную, стойкую древесину с узкой заболонью и рядом других параметров; при этом не следует забывать о высокой изменчивости практически всех свойств древесины, и при необходимости крайне важные свойства лучше продублировать дополнительными показателями качества (например, базисная плотность не ниже определённого значения);

– *размерные характеристики* сами по себе являются показателями качества; в большинстве случаев, при прочих равных условиях, чем больше размеры, тем выше класс качества. Показателем качества является и соблюдение установленных размеров при производстве продукции (соблюдение установленных припусков и минимизация отклонений в большую или меньшую сторону фактических размеров от номинальных);

– отсутствие или количественно оговоренная допустимость тех или иных *пороков и дефектов древесины*, выражаемая часто, но не всегда, показателем *сорта*.

Основные показатели качества указываются практически во всех нормативных документах, а также в контрактах и договорах на любые лесные товары.

Кроме основных показателей качества для отдельных видов продукции качество может определяться широким спектром иных, дополнительных показателей, имеющих определяющие значения для более узкого круга товаров. К ним могут относиться практически любые показатели свойств лесных товаров, например:

– *качество обработки поверхности* (шероховатость поверхности) зависит не только от дополнительных процедур обработки (фрезеровки, шлифовки), но и от оборудования, используемого при производстве данного товара;

– *влажность*, например, при производстве пилопродукции, высушенные пиломатериалы, при прочих равных условиях, имеют более высокое качество;

– *ширина годовичных слоёв, плотность и прочность, соблюдение радиального или тангенциального разреза, текстура древесины* являются дополнительными показателями качества, имеющими значение, как правило, для отдельных видов продукции (резонансной, лыжной, паркетной, конструкционной и т. д. пилопродукции, отделочных плитных материалов и т. д.).

5.3. Пороки древесины

Один из основных показателей качества определяется наличием и количественно-размерными характеристиками пороков и дефектов древесины. С биологической точки зрения большинство пороков древесины — это явления, закономерно возникающие в процессе роста дерева и формирования древесины.

В соответствии с определением ГОСТ 2140-81 «Видимые пороки древесины» пороками считаются недостатки отдельных участков древесины, снижающие её качество и ограничивающие возможность использования.

При этом нужно понимать, что пороки относительны и они не обязательно будут снижать качество той или иной продукции. При одном использовании древесины какой-либо порок будет снижать качество или даже делать невозможным использование древесины, при другом, может никак не влиять на качество или, даже наоборот, повышать качество.

Пороки древесины делятся на группы, виды и разновидности.

В стандарте выделяются следующие группы пороков: сучки; трещины; пороки формы ствола; пороки строения древесины; химические окраски; грибные поражения; биологические повреждения; инородные включения, механические повреждения и пороки обработки; покоробленности.

Сучки

Сучком называется часть ветви, заключённая в древесине ствола.

Существует несколько классификаций сучков по различным признакам. Одни классификации применимы только к некоторым видам лесоматериалов, другие — почти ко всей продукции из древесины.

В круглых лесоматериалах сучки могут быть *открытыми*, выходящими на поверхность круглого лесоматериала, и *заросшими*, не выходящими на поверхность, заметные по следам зарастания (вздутию, раневому пятну, бровкам) на поверхности древесины (рис. 78).

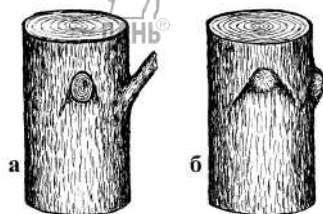


Рис. 78

Открытые (а) и заросшие (б) сучки

В пилопродукции, где сучки являются одним из основных сортообразующих пороков. По выходу на поверхность в пиломатериалах сучки бывают *пластевыми*, *кромочными*, *торцовыми* (рис. 79), выходящими соответственно на пласт, кромку или торец, а также *ребровыми*, выходящими на ребро и видимые на двух смежных плоскостях, и *сшивными*, выходящими на два ребра одной стороны и видимыми на трёх смежных плоскостях (рис. 80).

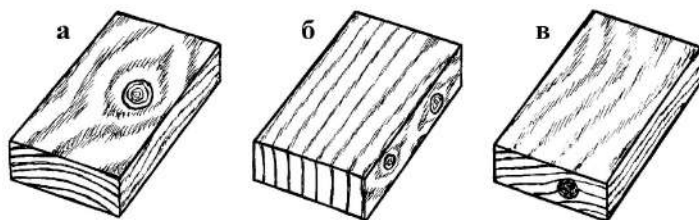


Рис. 79

Пластевые (а), кромочные (б), торцовые (в) сучки

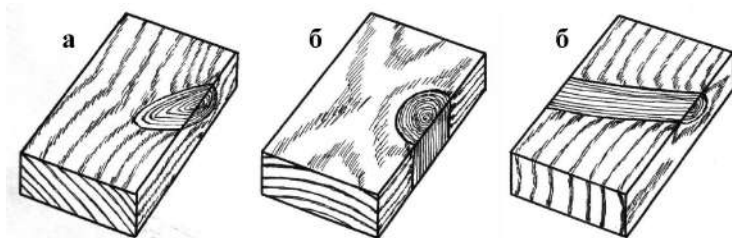


Рис. 80

Ребровой (а) и сшивные (б) сучки

В зависимости от состояния древесины сучка они могут быть (рис. 81):

- *здоровыми* — без гнили древесины сучка;
- *здоровыми с трещинами* — без гнили, с трещинами в древесине сучка;
- *загнившими* — с гнилью, занимающей не более 1/3 площади среза сучка;
- *гнилыми* — с гнилью, занимающей более 1/3 площади среза сучка;
- *табачными* — гнилые или загнившие сучки, древесина которых полностью или частично превратилась в рыхлую массу ржаво-бурого (табачного) или белесого цвета.



Рис. 81

Здоровые с трещинами (а), загнившие (б) и гнилые (в) сучки

По степени срастания древесины сучка с окружающей древесиной на разрезе различают (рис. 82):

- *сросшийся сучок* — сучок, древесина которого на срезе имеет срастание с окружающей древесиной на протяжении не менее $\frac{3}{4}$ периметра среза сучка;
- *частично сросшийся* — сучок, древесина которого на срезе имеет срастание с окружающей древесиной на протяжении от $\frac{1}{4}$ до $\frac{3}{4}$ периметра среза сучка;
- *несросшийся* — сучок, древесина которого на срезе не имеет срастания с окружающей древесиной, или имеет срастание на протяжении менее $\frac{1}{4}$ периметра среза сучка;
- *выпадающий* — сучок, не имеющий срастания с окружающей древесиной, и неплотно в ней держащийся, а также отверстия от выпавших сучков.



Рис. 82

Частично сросшиеся (а), несросшиеся (б) и выпадающие (в) сучки

По форме разреза сучок может быть (рис. 83):

- *круглым* — отношение большего диаметра к меньшему на срезе сучка не превышает двух;
- *овальным* — отношение большего диаметра к меньшему на срезе сучка больше двух, но не больше четырёх;
- *продолговатым* — отношение большего диаметра к меньшему на срезе сучка больше четырёх.

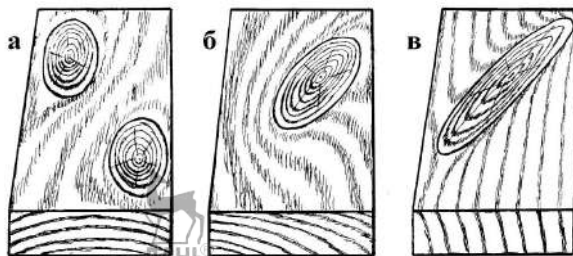


Рис. 83

Круглые (а), овальные (б) и продолговатые (в) сучки

По взаимному расположению на поверхности какого-либо разреза древесины сучки делятся на (рис. 84):

- *разбросанные* — сучки, расположенные одиночно и отстоящие друг от друга на расстоянии, превышающем ширину пилопродукции или детали, а при ширине пилопродукции или детали более 150 мм — на расстоянии более 150 мм;

– *групповые* — круглые, овальные и ребровые сучки, расположенные по два или более на расстоянии между ними, не более ширины пиломатериала или детали, а при ширине пиломатериала или детали более 150 мм — на расстоянии не более 150 мм;

– *разветвлённые* — два продолговатых сучка одной мутовки, или продолговатый в сочетании с овальным или ребровым сучком той же мутовки, независимо от наличия между ними третьего — круглого или овального сучка.

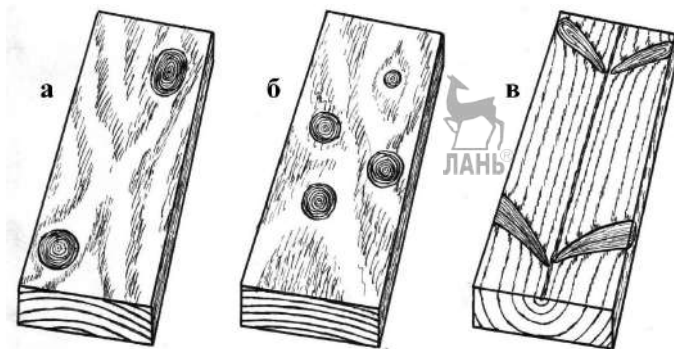


Рис. 84

Разбросанные (а), групповые (б) и разветвлённые (в) сучки

По прохождению древесины пиломатериала сучки бывают (рис. 85):

– *односторонними* — выходящими на одну или две смежные стороны пиломатериала;

– *сквозными* — выходящими на две противоположные стороны.

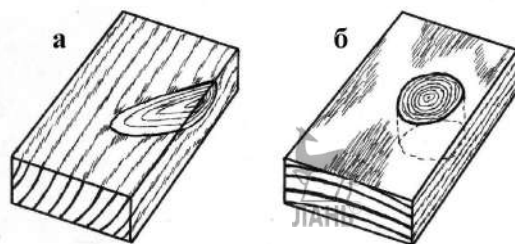


Рис. 85

Односторонние (а) и сквозные (б) сучки

Таким образом, каждый сучок имеет сложное составное название. Например, сучок на рисунке 83 в будет пластевым, здоровым с трещинами, сросшимся, продолговатым, разбросанным и односторонним.

Трещины

Трещиной называется разрыв древесины вдоль волокон.

Различаются следующие виды трещин:

– *метиковая трещина* — радиально направленная трещина, отходящая от сердцевины и имеющая значительную протяжённость по длине сортамента (рис. 86б, в). Может быть простой — расположенной на торце сортамента в одной

плоскости по радиусу или диаметру, и сложной — состоящей из одной или нескольких трещин и расположенной на торце сортимента в разных плоскостях;

– *морозная трещина* — радиально направленная трещина, проходящая от поверхности бревна к центру, имеющая значительную протяжённость по длине сортимента (рис. 87а). Возникает в растущем дереве под воздействием низких температур. В процессе роста дерева после появления морозной трещины на поверхности ствола образуются характерные валики и гребни разросшейся древесины и коры, которые со временем могут срастись, скрыв трещину внутри ствола;

– *отлупная трещина* — проходящая между годичными слоями (рис. 86а). На торцах будет заметна в виде дугообразных и кольцевых трещин, на боковых поверхностях — в виде продольных трещин.

– *трещина усушки* — радиально направленная трещина (рис. 87б, в; рис. 88), возникающая за счёт неравномерности высыхания и разницы тангенциальной и радиальной усушки при снижении влажности древесины ниже предела насыщения клеточных оболочек.

В древесине могут встречаться и другие трещины (например, трещина от удара молнии, трещина от механических воздействий и др.).

По выходу на поверхность лесоматериала трещины бывают:

– *торцовыми* — выходящими только на торец (рис. 87в; рис. 89а);

– *боковыми* — выходящими на боковую поверхность или на боковую поверхность и один или оба торца (рис. 87б);

– *пластовыми* — выходящими на пласт пиломатериала или на пласт пиломатериала и торец (торцы) (рис. 88а);

– *кромочными* — выходящими на кромку пиломатериала или на кромку пиломатериала и торец (торцы) (рис. 88б).

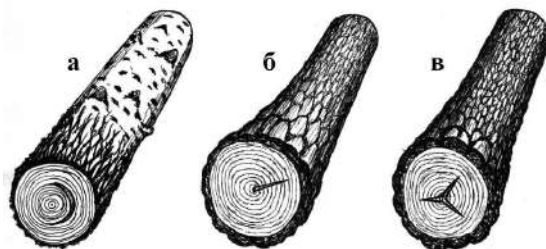


Рис. 86

Трещины: отлупная (а), метиковые — простая (б) и сложная (в)

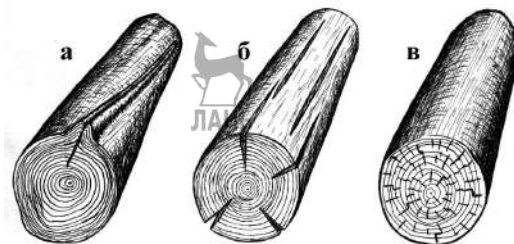


Рис. 87

Трещина морозная (а), трещины усушки: боковые (б) и торцовые (в)

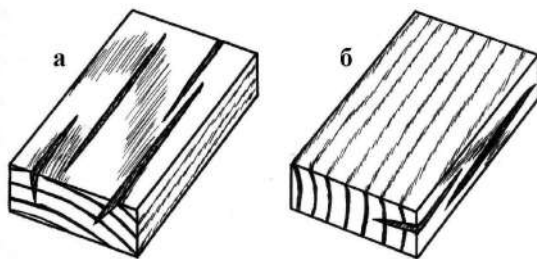


Рис. 88

Трещины: пластевые (а) и кромочные (б) глубокие несквозные

В зависимости от глубины проникновения в древесину трещина может быть:

- *сквозной* — выходящей на две боковые поверхности или имеющей два выхода на одну боковую поверхность (рис. 89б);
- *несквозной* — выходящей один раз на одну боковую поверхность или на одну боковую поверхность и торец (рис. 88а; рис. 87а, б);
- *глубокой несквозной* — несквозная трещина глубиной в круглых лесоматериалах не более $1/10$ диаметра соответствующего торца, но не более 7 см, в пилопродукции глубиной не более 5 мм, а при толщине более 50 мм — не более $1/10$ толщины;
- *неглубокой несквозной* — несквозная трещина глубиной в круглых лесоматериалах более $1/10$ диаметра соответствующего торца, а при толщине более 70 см — более 7 см, в пилопродукции глубиной более 5 мм, а при толщине более 50 мм — более $1/10$ толщины.

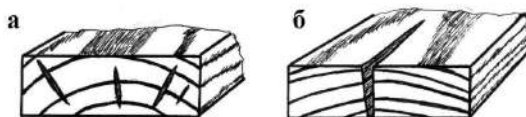


Рис. 89

Трещины: торцовая (а) и пластевая сквозная (б)

По ширине трещины различаются:

- *сомкнутые* — трещины шириной не более 1,0 мм;
- *разошедшиеся* — трещины шириной более 1,0 мм.

Пороки формы ствола

Сбежистость — постепенное уменьшение диаметра круглых лесоматериалов или ширины необрезной пилопродукции на всем их протяжении, превышающее нормальный сбег, равный 1 см на 1 м длины сортамента (рис. 90).

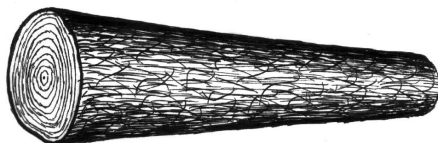


Рис. 90

Сбежистость

Закомелистость — резкое увеличение диаметра комлевой части круглых лесоматериалов или необрезной пилопродукции, при котором диаметр (ширина) комлевого торца не менее чем в 1,2 раза превышает диаметр (ширину) сортамента, измеренный на расстоянии 1 м от этого торца. В зависимости от формы поперечного сечения может быть округлой и ребристой (рис. 91).

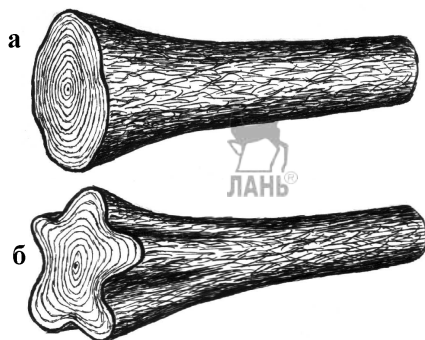


Рис. 91

Закомелистость: округлая (а) и ребристая (б)

Овальность ствола — круглый лесоматериал, у которого на поперечном сечении больший диаметр не менее, чем в 1,5 раза превышает меньший (рис. 92).

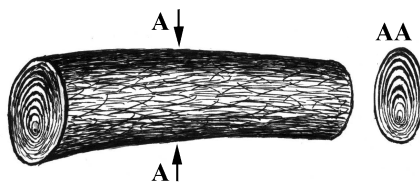


Рис. 92

Овальность ствола

Кривизна ствола — отклонение продольной оси сортамента от прямой линии, вызванное искривлением ствола в процессе роста дерева. Кривизна ствола может быть *простой* — характеризующейся одним искривлением, и *сложной* — характеризующейся двумя и более искривлениями в одной или нескольких плоскостях (рис. 93).

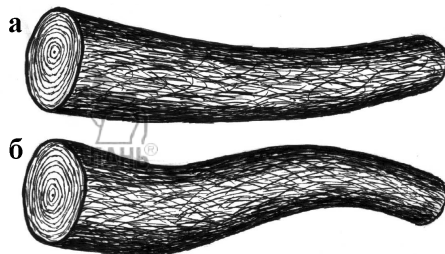


Рис. 93

Кривизна: простая (а) и сложная (б)

Нарост на стволе — резкое местное утолщение ствола различной формы и размеров (рис. 94).

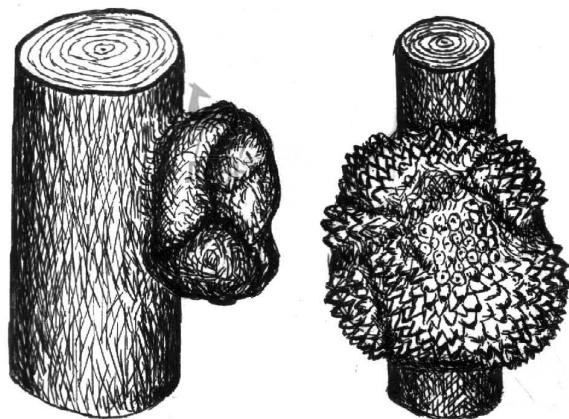


Рис. 94
Наросты на стволе

Пороки строения древесины

Пороки строения древесины представляют обширную группу пороков, которые образуются в процессе формирования древесины и могут встречаться в различных лесоматериалах. К этим порокам относятся:

Наклон волокон — отклонение направления волокон от продольной оси лесоматериала. Наклон волокон может быть *тангенциальным* — при отклонении направления волокон в тангенциальной плоскости, и *радиальным* — при отклонении направления волокон в радиальной плоскости (рис. 95). Радиальный наклон волокон появляется в пилопродукции и шпоне при наличии в исходных круглых лесоматериалах закомелистости, сбежистости, кривизны ствола.

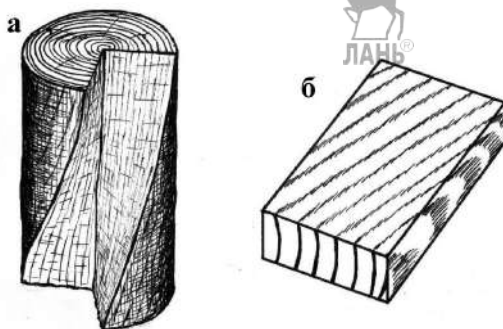


Рис. 95
Наклон волокон: тангенциальный (а) и радиальный (б)

Завиток — местное искривление годовичных слоёв, обусловленное влиянием сучков или проростей (рис. 96). Если завиток выходит на одну или две смежные стороны пилопродукции, он называется *односторонним*; если завиток выходит на две противоположные стороны — он называется *сквозным*.

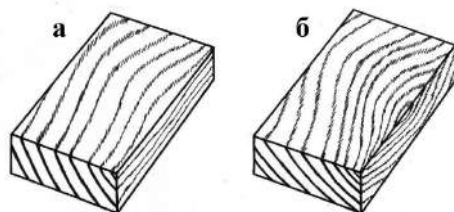


Рис. 96

Завиток односторонний (а) и сквозной (б)

Свилеватая древесина — извилистое или беспорядочное направление волокон древесины (рис. 97). Если направление волокон более или менее правильное, свилеватость называется *волнистой*. Если направление волокон сильно отклоняется и общее направление утрачено, свилеватость называется *путаной*. Свилеватость может значительно обогащать текстуру древесины и повышать ценность древесины как отделочного материала.

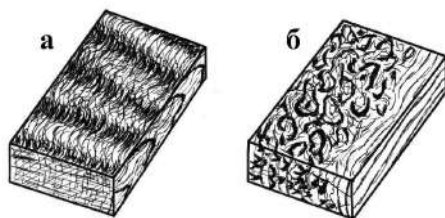


Рис. 97

Свилеватость: волнистая (а) и путанная (б)

Крень — изменение строения древесины хвойных пород, проявляющееся в кажущемся увеличении доли поздней древесины в годичных слоях (рис. 98). Возникает в нижней (обращённой вниз) стороне стволов наклонённых деревьев или в ветвях по всей длине ствола. Если дерево росло наклоненно в одну сторону продолжительное время, образуется *сплошная крень*, охватывающая много годичных слоёв целым сектором. Если направление наклона менялось или наклон в одну сторону был непродолжительным, образуется *местная крень*, охватывающая один или несколько годичных слоёв. После формирования кренистой древесины верхняя часть дерева обычно восстанавливает вертикальное положение, а в стволе образуется кривизна, часто — овальность и смещённая сердцевина.

Тяговая древесина — изменение строения древесины лиственных пород, проявляющееся в резком увеличении ширины годичных слоёв, возникающем в древесине некоторых пород с верхней (обращённой вверх) стороны ствола при наклонном росте (рис. 98). На необработанных разрезах участки тяговой древесины заметны по повышенной ворсистости и белёсому оттенку. После формирования тяговой древесины в зоне её формирования происходит местное искривление ствола, а верхняя часть дерева обычно восстанавливает вертикальное положение. После образования тяговой древесины в стволе образуется кривизна, часто — овальность и смещённая сердцевина.

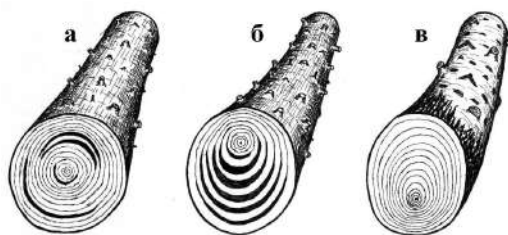


Рис. 98

Крень местная (а) и сплошная (б), и тяговая древесина (в)

Сердцевина — узкая полоска паренхимных клеток, расположенных в самом центре ствола, имеющая у различных пород буроватую или белую окраску. Считается пороком в досках центральной распиловки, если выходит на поверхность (рис. 99).

Двойная сердцевина — наличие в сорimente двух и более сердцевин, окружённых сначала самостоятельными годичными слоями, а к периферии — общей системой годичных слоёв. Образуется в местах разветвления ствола.

Смещённая сердцевина — эксцентричное расположение сердцевин, при котором сердцевина резко смещена от центра (рис. 98б, в). Часто встречается вместе с овальностью и сплошной кренью или тяговой древесиной.

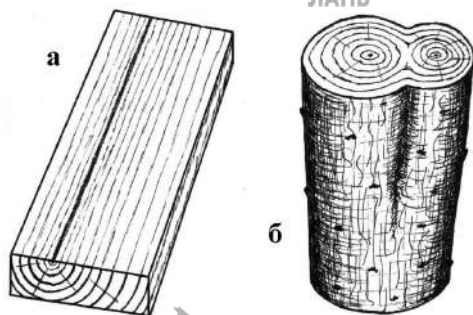


Рис. 99

Сердцевина на поверхности доски (а) и двойная сердцевина (б)

Глазки — следы неразвившихся в побег спящих почек (рис. 101). Могут быть *светлые глазки* — близкие по цвету к окружающей древесине, и *тёмные глазки* — древесина которых значительно темнее окружающей древесины. По взаимному расположению глазки могут быть *разбросанные* — расположенные одиночно или на расстоянии друг от друга более 10 мм, и *групповые* — расположенные по три и более на расстоянии друг от друга не более 10 мм. Глазки могут значительно обогащать текстуру древесины и повышать ценность древесины как отделочного материала.

Засмолок — участок древесины, обильно пропитанный смолой. Образуется у некоторых хвойных пород при наличии в растущем дереве механических повреждений, сухобокостей, проростей, рака, и даже рядом с сучками. Пропитанная смолой древесина становится более тёмной, не проводит воду, плохо пропитывается, склеивается.

Кармашек — полость внутри или между годовичных слоёв, заполненная смолой или камедью (рис. 100). В пилопродукции кармашки могут быть *односторонними*, выходящими на одну или две смежные стороны, и *сквозными*, выходящими на две противоположные стороны.

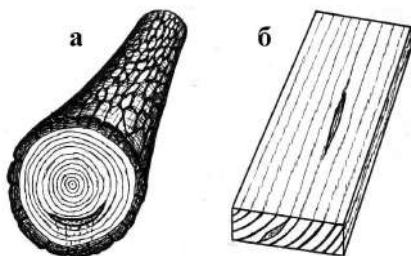


Рис. 100

Кармашки на торце бревна (а) и в пиломатериале (б)

Пасынок — отставшая в росте или отмершая вторая вершина, пронизывающая сортимент под острым углом к его продольной оси на значительном протяжении (рис. 101б, в).

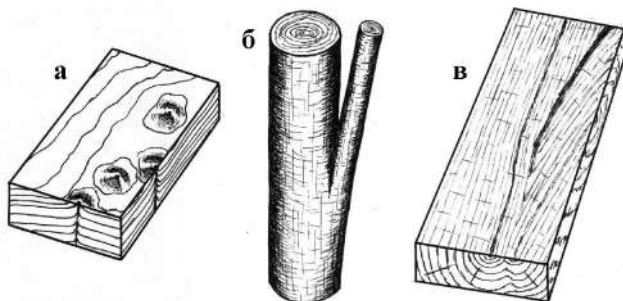


Рис. 101

Глазки (а) и пасынок в бревне (б) и в пилопродукции (в)

Рак — углубление или вздутие, возникающее в растущем дереве в результате развития грибов или бактерий (рис. 102). *Открытый рак* имеет плоское или углублённое дно, ступенчатые края и наплывы по периферии. *Закрытый рак* имеет ненормальные утолщения древесины и коры в зоне поражения.

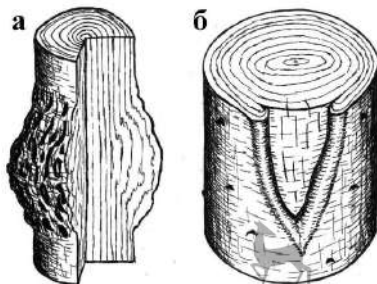


Рис. 102

Рак (а) и сухобокость (б)

Сухобокость — отмерший в процессе роста дерева участок поверхности ствола (рис. 102). После механического или иного повреждения боковой поверхности ствола у дерева по краям такой раны по мере роста образуются наплывы в виде валиков древесины и коры.

Прорость — заросшая или зарастающая рана (рис. 103). После смыкания боковых валиков над сухобокостью она превращается в прорость. На поперечном разрезе прорость имеет характерный вид: к остаткам бывшей раны, расположенной параллельно годичным слоям, примыкает радиально направленный к боковой поверхности ствола след от зарастания. Если срастания древесины над раной не произошло и она выходит на боковую поверхность ствола, прорость называется *открытой*. Если произошло срастание древесины над раной, и прорость не имеет выхода на боковую поверхность, она называется *закрытой*.

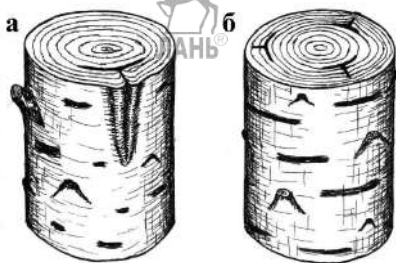


Рис. 103

Прорость: открытая (а) и закрытая (б)

Если прорость выходит на одну боковую сторону или на две смежные боковые стороны пилопродукции, она называется *односторонней*. Прорость, выходящая на две противоположные боковые стороны пилопродукции, называется *сквозной*.

Пятнистость древесины — возникающая в растущих деревьях окраска заболони лиственных пород в виде полос и пятен различной формы и размеров без понижения твёрдости древесины (рис. 104).

Различают три вида пятнистости: радиальную (пятна вытянуты вдоль волокон и в радиальной плоскости), тангенциальную (пятна вытянуты вдоль волокон и в тангенциальной плоскости) и прожилки — пятнистость в виде тонких желтовато-бурых полосок рыхлой ткани, расположенных по границе годичных слоёв.

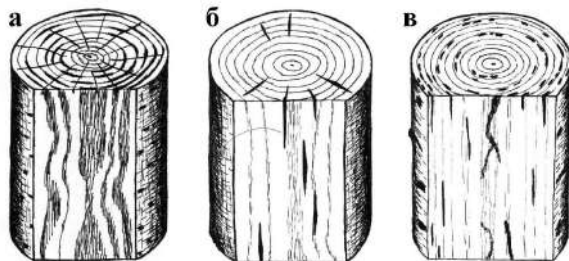


Рис. 104

Пятнистость: тангенциальная (а), радиальная (б) и прожилки (в)

Ложное ядро — тёмная неравномерно окрашенная центральная часть ствола некоторых безъядровых пород, граница которого обычно не совпадает с годовичными слоями, не отличающееся по твёрдости от окружающей древесины (рис. 105а). У некоторых пород ложное ядро встречается очень часто (берёза, бук, ольха, клён).

Внутренняя заболонь — участок из нескольких годовичных слоёв, расположенных в зоне ядра, окраска и свойства которых близки к окраске и свойствам заболони (светлоокрашенные и с высокой водопроводностью) (рис. 105б).

Водослой — участок из нескольких годовичных слоёв, расположенных в зоне ядра, ненормальной тёмной окраски, возникающие в растущем дереве в результате резкого увеличения их влажности (рис. 105в). Чаше встречается в комлевой части ствола. При высыхании древесины тёмная окраска в большей или меньшей степени исчезает, а на месте водослоя появляется кольцо характерных мелких радиальных трещинок.

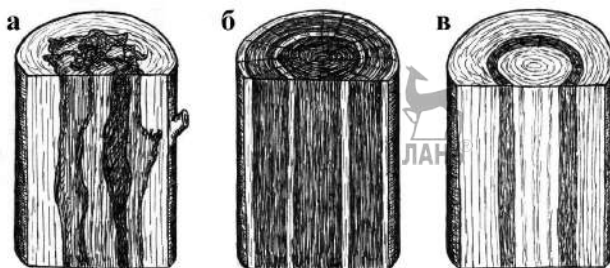


Рис. 105

Ложное ядро (а), внутренняя заболонь (б) и водослой (в)

Химические окраски

Химические окраски — это ненормально окрашенные равномерные по цвету участки в срубленной древесине, возникающие в результате развития химических и биохимических процессов, в большинстве случаев связанные с окислением дубильных веществ. Расположены обычно в поверхностных слоях древесины (1–5 мм). При высыхании древесины они часто в большей или меньшей степени выцветают. Из химических окрасок наиболее распространёнными являются следующие.

Продубина — поверхностная (глубиной до 5 мм), красновато-коричневая или синевато-бурая окраска, возникающая в древесине в результате окисления дубильных веществ. Встречается у древесных пород, древесина или кора которых богаты дубильными веществами. Характерна для сплавной древесины или древесины, хранившейся в воде.

Желтизна — светло-жёлтая окраска заболони сплавной древесины хвойных пород, возникающая при её интенсивной сушке.

По интенсивности окраски различают *светлую химическую окраску*, которая окрашивает древесину в бледные тона, не маскирующие её текстуру, и *тёмную химическую окраску*, которая окрашивает древесину в густые тона, маскирующие её текстуру.

Грибные поражения

Значительное влияние на качество древесины оказывают *грибные поражения*. Грибные поражения древесины могут возникать как в процессе роста дерева и отмирания его частей или участков, так и в процессе хранения лесоматериалов или эксплуатации изделий из древесины.

Плесень на древесине — грибница и плодоношения плесневых грибов на поверхности древесины, в виде отдельных пятен или сплошного налета. Плесень может появляться при хранении сырой древесины, не проникает внутрь древесины и не вызывает изменения свойств древесины. Успешное развитие плесневых грибов вызывает поверхностное окрашивание древесины в сине-зелёный, голубой, зелёный, чёрный, розовый и другие цвета, в зависимости от окраски спор и грибницы, а также от выделяемого пигмента.

Побурение древесины — ненормально окрашенные участки заболони лиственных пород бурого цвета разных оттенков, различной интенсивности и равномерности, возникающие в срубленной древесине при хранении в результате развития биохимических процессов с участием грибов или без них. Побурение вызывает некоторое понижение твёрдости древесины. Характерно для древесины берёзы, бука, ольхи. Предшествует заболонной гнили. Распространяется вглубь древесины от торцов (*торцовое побурение*) и боковых поверхностей (*боковое побурение*).

Заболонные грибные окраски — ненормально окрашенные участки заболони, возникающие как в сухостойной, так и в срубленной древесине, в результате развития деревоокрашивающих грибов. Заболонные грибные окраски не вызывают образования гнили и понижения твёрдости древесины.

Заболонные окраски могут быть двух видов: *цветные заболонные пятна* (окраска заболони оранжевая, жёлтая, красная, розовая (до светло-фиолетовой) и коричневая) и *синева* (серая окраска заболони с синеватыми или зеленоватыми оттенками).

По глубине проникновения в древесину заболонные окраски бывают:

- *поверхностные*, проникающие в древесину на глубину не более 2 мм;
- *глубокие*, проникающие в древесину на глубину более 2 мм;
- *подслойные*, расположенные внутри на некотором расстоянии от поверхности сортамента.

По интенсивности различают *светлые заболонные окраски*, окрашивающие древесину в бледные тона, не маскирующие её текстуру, и *тёмные заболонные окраски*, окрашивающие древесину в густые тона, маскирующие её текстуру.

Грибные ядровые пятна и полосы — ненормально окрашенные участки центральной зоны ствола (зоны ядра) без понижения твёрдости древесины, возникающие в растущем дереве под воздействием деревоокрашивающих и (или) дереворазрушающих грибов. Окраска в виде пятен разной величины и формы (лунок, колец или концентрированной зоны сплошного поражения центральной части ствола, иногда с выходом на периферию) бурого, красноватого, серого и серо-фиолетового цвета.

Эти грибные поражения практически не изменяют плотность или механические свойства древесины.

Гниль, возникающая под воздействием дереворазрушающих грибов, наоборот, может очень сильно изменить свойства древесины и привести к резкому снижению плотности и показателей всех механических свойств.

По цвету и структуре различают:

– *белую волокнистую гниль*, характеризующуюся светло-жёлтым или почти белым цветом и волокнистой структурой; твёрдость понижена. Поражённая древесина на первых этапах часто приобретает характерную окраску, напоминающую рисунок мрамора, в которой светлые участки бывают отграничены от более тёмных тонкими чёрными извилистыми линиями. Поражающие древесину грибы для своего развития используют в первую очередь лигнин, поэтому при сильном разрушении древесина становится мягкой, легко расщепляется на волокна и крошится. Обычно эта гниль встречается на лиственных породах;

– *бурую трещиноватую гниль*, характеризующуюся бурым (изредка серым) цветом различных оттенков и трещиноватой призматической структурой, обусловленной тем, что поражающие древесину грибы для своего развития используют в первую очередь целлюлозу. Поражённая древесина иногда содержит в трещинах беловатые или желтоватые грибные плёнки; твёрдость понижена. При сильном разрушении древесины распадается на части и легко расщепляется в порошок;

– *пёструю ситовую гниль*, характеризующуюся пёстрой окраской, обусловленной присутствием на красновато-буром (буром, серо-фиолетовом) фоне поражённой древесины, желтоватых пятен и полос, и ячеистой или волокнистой структурой, обусловленной тем, что поражающие древесину грибы перерабатывают древесину небольшими локальными участками. Поражённая древесина имеет пониженную твёрдость, довольно долго сохраняет цельность, при сильном разрушении становится мягкой и легко расщепляется.

По положению в стволе гниль может быть:

– *ядровая* — гниль, возникающая в центральной части ствола (зоне ядра) растущего дерева;

– *заболонная* — гниль, возникающая в заболони (наружной зоне ствола); может развиваться как в стволах отмерших деревьев, так и в заготовленной древесине при хранении. Если поражённая гнилью древесина ещё не утратила свою твёрдость, гниль называется *твёрдой заболонной гнилью*; для этой гнили характерно наличие рисунка из тёмных, почти чёрных линий. Если поражённая гнилью древесина уже утратила свою твёрдость, гниль называется *мягкой заболонной гнилью*;

– *наружная трухлявая*, образующаяся бурой трещиноватой гнилью, возникающая преимущественно в наружной как в заболонной, так и ядровой части лесоматериалов под воздействием сильных дереворазрушающих грибов, при неправильном длительном хранении лесоматериалов или при эксплуатации изделий из древесины в природных условиях.

При полном разрушении древесины в результате развития гнили в стволе растущего дерева может образовываться *дупло* — полость, которая может пронизывать ствол на протяжении многих метров.

Биологические повреждения

Основным пороком, относящимся к биологическим повреждениям, является *червоточина* — ходы и отверстия, проделанные в древесине различными насекомыми при их развитии (рис. 106).

В зависимости от глубины проникновения в древесину, определяемой видом насекомого и стадией его развития, червоточина может быть:

- *поверхностной* — проникающей в древесину на глубину не более 3 мм;
- *неглубокой* — проникающей в древесину на глубину не более 15 мм в круглых лесоматериалах и не более 5 мм — в пилопродукции;
- *глубокой* — проникающей в древесину на глубину более 15 мм в круглых лесоматериалах и более 5 мм — в пилопродукции;
- *сквозной* — выходящей на две противоположные стороны.

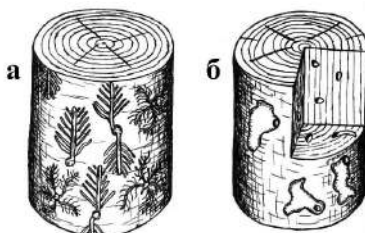


Рис. 106

Червоточины: поверхностные (а) и глубокие крупные (б)

Глубокие червоточины обязательно разделяются по размеру отверстий на две разновидности:

- *некрупные глубокие червоточины* — глубокие червоточины с размером отверстий не более 3 мм;
- *крупные глубокие червоточины* — глубокие червоточины с размером отверстий более 3 мм.

Кроме червоточин к данной группе пороков относятся:

- *повреждения древесины паразитными растениями* — отверстия в древесине, возникшие в результате жизнедеятельности паразитных растений (например, омелы, ремнецветника);
- *повреждения птицами* — полость, возникающая в дереве в результате жизнедеятельности птиц.

Инородные включения, механические повреждения и пороки обработки

Очень большая сборная группа пороков, появление которых связано в основном с заготовкой и обработкой древесины. На отдельных видах продукции при их производстве могут появляться и другие дефекты, которые не охватываются ГОСТ 2140-81 и оговариваются в соответствующих стандартах на различные виды продукции.

К порокам этой группы в ГОСТ 2140-81 отнесены:

- *инородное включение в древесину* — постороннее тело недревесного происхождения (камень, проволока, гвоздь, металлический осколок), присутствующее в лесоматериалах;

– *обугленность древесины* — обгорелые и обуглившиеся участки поверхности лесоматериалов, появившиеся в результате повреждения огнем;

– *обдир коры* — участок поверхности неокорённого круглого лесоматериала, лишённый коры;

– *карра* — повреждение ствола, нанесённое при подсочке, сопровождающееся засмолком древесины; может встречаться в круглых лесоматериалах или на обзолных участках пиломатериалов;

– *скос пропила* — неперпендикулярность торца продольной оси сортимента;

– *обзол* — часть боковой поверхности бревна, сохранившаяся на обрезном пиломатериале или детали (рис. 107). Если обзол занимает только часть ширины кромки, он называется *тупым обзолом*. Если обзол хотя бы на небольшом участке занимает всю ширину кромки, он называется *острым обзолом*.

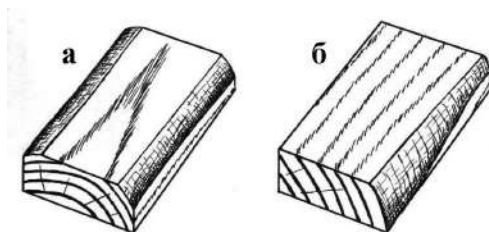


Рис. 107

Обзол тупой (а) и острый (б)

– *закорина* — участок коры, сохранившийся на поверхности шпона; может образовываться на начальных этапах лущения чураков; встречается как в лущёном шпоне, так и в фанере;

– *риски* — периодически повторяющиеся глубокие следы, оставленные на поверхности лесоматериала режущими инструментами (пилами, торцовыми фрезами, лущильными или строгальными ножами) (рис. 111б);

– *волнистость поверхности древесины* — неплоский пропил или неровности на поверхности лесоматериала в виде закономерно чередующихся возвышений и впадин дугообразного профиля (рис. 108);



Рис. 108

Волнистость поверхности

– *ворсистость поверхности древесины* — присутствие на поверхности лесоматериала часто расположенных не полностью отделённых волокон древесины;

– *мишность поверхности древесины* — присутствие на поверхности лесоматериала локально и часто расположенных пучков не полностью отделённых волокон и мелких частиц древесины;

– *бахрома* — сплошная или прерывистая лента пучков не полностью отделённых волокон и частиц древесины на рёбрах лесоматериала;

- *заруб* — местное повреждение поверхности лесоматериалов топором;
- *запил* — местное повреждение поверхности лесоматериалов пилой или тросом лебедки;
- *отщеп* — отходящая от торца круглого лесоматериала сквозная боковая трещина (рис. 109а); возникает при заготовке или распиловке лесоматериалов;
- *скол* — участок с отколовшейся древесиной в приторцовой зоне лесоматериала (рис. 110а); встречается в круглых лесоматериалах, пилопродукции, фанере;
- *козырёк* — выступающий над поверхностью торца участок древесины, возникший в результате неполного поперечного пропиливания лесоматериала (рис. 109б) при валке дерева; обычен на комлевом торце;
- *заусенец* — козырек острой зацепистой формы, примыкающий к продольному ребру пилопродукции или детали (рис. 109в);

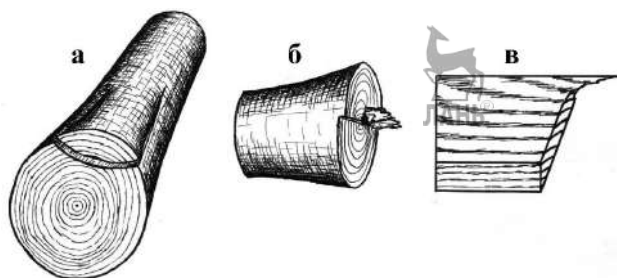


Рис. 109

Отщеп (а), козырёк (б) и заусенец (в)

- *вырыв* — углубление на поверхности лесоматериала с неровным ребристым дном, образованное в результате местного удаления древесины при заготовке или обработке (рис. 110в); часто встречается в пилопродукции на участках со свилеватой древесиной, около сучков, проростей; в круглых лесоматериалах образуется при валке деревьев или в процессе погрузочно-разгрузочных работ;
- *задир* — частично отделённый и приподнятый над поверхностью лесоматериала участок древесины с зацепистыми краями (рис. 110б). В пилопродукции часто появляется при наличии отлупных трещин;

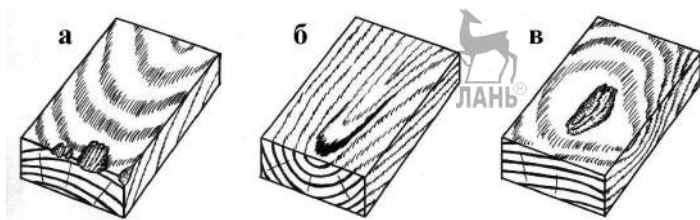


Рис. 110

Скол (а), задир (б) и вырыв (в)

- *выщербины* — часто расположенные на поверхности пилопродукции или детали мелкие углубления, образовавшиеся в результате отрыва пучков волокон или частиц древесины (рис. 111а);

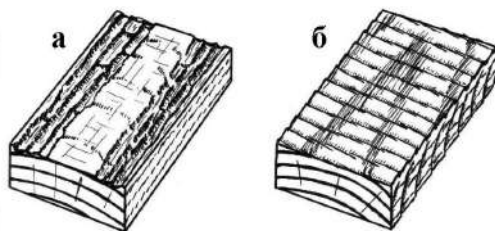


Рис. 111

Выщербины (а) и риски (б)

– *вмятина на древесине* — углубление на поверхности лесоматериала, образованное в результате местного смятия древесины;

– *накол* — местное повреждение лесоматериала острым предметом (например, багром); в круглых лесоматериалах и пилопродукции в виде неглубоких (1,5–2,0 см), а в шпоне — сквозных отверстий;

– *царапина на древесине* — повреждение поверхности лесоматериала острым предметом в виде узкого длинного углубления, носящее случайный характер;

– *рваный торец* — присутствие на поверхности торца лесоматериала часто расположенных мелких углублений и пучков не полностью отделённых волокон и мелких частей древесины;

– *выхват* — углубление по всей ширине обрабатываемой поверхности, возникшее в результате удаления при фрезеровании части пилопродукции или детали ниже плоскости фрезерования (рис. 112);



Рис. 112

Выхват

– *непрофрезеровка древесины* — непрофрезерованный участок поверхности пилопродукции или детали, подвергавшейся фрезерованию;

– *гребешок* — участок необработанной поверхности сортимента в виде узкой полосы, выступающей над обработанной поверхностью, возникающий в результате дефекта режущей кромки инструмента;

– *прошлифовка* — удаление при шлифовании части лесоматериала ниже обрабатываемой поверхности;

– *недошлифовка* — нешлифованный участок поверхности лесоматериала, подвергавшейся шлифованию;

– *обжиг древесины* — участок поверхности древесины, потемневший в результате частичного обугливания от воздействия высоких температур, возникающих при повышенном трении режущих инструментов о древесину;

– *рябь шпона* — присутствие на поверхности шпона часто расположенных мелких углублений, ориентированных вдоль волокон.

Покоробленности

В результате изменения формы, в первую очередь пилопродукции, после распиловки при сушке и хранении возникают покоробленности.

Покоробленности бывают:

– *поперечная покоробленность* — покоробленность по ширине (рис. 113);

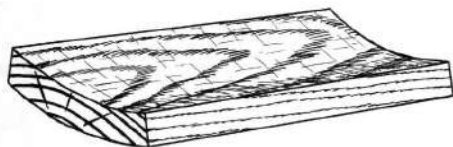


Рис. 113

Покоробленность поперечная

– *продольная покоробленность по кромке* — покоробленность по длине в плоскости, параллельной пласти;

– *продольная покоробленность по пласти* — покоробленность по длине в плоскости, перпендикулярной пласти; если такая покоробленность имеет только один изгиб, она называется *простой* (рис. 114); если имеется несколько изгибов — *сложной*;



Рис. 114

Покоробленность продольная

– *крыловатость* — спиральная покоробленность по длине (рис. 115).



Рис. 115

Крыловатость

Помимо классификации и определений пороков в ГОСТ 2141-81 приведены правила измерения пороков в различных видах продукции и особенности их влияния на качество.

Правила измерения пороков в круглых лесоматериалах

Пороки в круглых лесоматериалах измеряют в линейных мерах или долях соответствующих размеров сортамента.

Открытые сучки измеряют по наименьшему диаметру. Присучковый наплыв в размер сучка не включают. Долю гнилой древесины в сучке определяют визуально.

Заросший сучок в круглых лесоматериалах хвойных пород не измеряют. Заросший сучок в круглых лесоматериалах лиственных пород измеряют по

наибольшему диаметру раневого пятна с учётом того, что диаметр сучка под ним для берёзы, бука, липы, ольхи и ясеня равен 0,9 и для осины — 0,6 этого размера. Заросшие сучки в круглых лесоматериалах берёзы допускается измерять, если это обусловлено спецификой сортимента, и по усу бровки раневого пятна, длина которого примерно соответствует диаметру заросшего сучка в миллиметрах. Глубину залегания заросших сучков измеряют: в круглых лесоматериалах листовенных пород по соотношению между наименьшим и наибольшим диаметрами раневого пятна и диаметром сортимента у места зарастания сучка в соответствии с таблицей 17; в круглых лесоматериалах берёзы, если это обусловлено спецификой сортимента, допускается измерять и по величине угла между усами бровки раневого пятна в соответствии с таблицей 18.

Таблица 17

Древесная порода	Диаметр сортимента у места зарастания сучка, см	Глубина залегания в вершины заросшего сучка при соотношении диаметров раневых пятен, мм			
		1,0–0,9	0,8–0,7	0,6–0,5	0,4–0,3
Берёза и ясень	16–20	—	—	20	50
	24–28	—	10	30	70
	32–36	—	10	45	90
	40	—	10	50	105
Бук	16–20	10	25	40	60
	24–28	15	30	60	85
	32–36	20	40	75	110
	40	20	50	90	135
Липа	16–20	—	15	35	55
	24–28	—	25	50	80
	32–36	—	30	65	105
	40	—	35	80	120
Ольха чёрная	16–20	15	30	45	65
	24–28	20	40	65	90
	32–36	25	55	90	110
	40	30	65	100	140
Осина и тополь	16–20	20	35	50	65
	24–28	30	50	70	90
	32–36	40	70	90	120
	40	50	80	110	140

Таблица 18

Диаметр сортимента у места зарастания сучка, см	Глубина залегания вершины заросшего сучка, мм, при угле между усами бровки, град					
	60	80	100	120	140	160
16–20	10–20	20–30	30–40	40–50	50–60	60–70
24–28	20–30	30–40	40–50	60–70	70–80	80–90
32–36	30–40	50–60	60–70	80–90	90–100	100–110
40	50	70	90	100	110	120

Метиковую и отлупную торцовые трещины измеряют:

- по наибольшей ширине трещины;
- по наименьшему диаметру круга, в который они могут быть вписаны;

- по наименьшей ширине неповреждённой периферической зоны торца;
 - по наименьшей толщине вырезки, в которую они могут быть вписаны.
- Торцовую трещину усушки измеряют по глубине.

Боковые трещины (морозную, трещину усушки) измеряют по глубине и длине. Если это обусловлено спецификой сортимента, допускается измерять только по глубине или только по длине.

Морозную трещину допускается измерять по наименьшей толщине вырезки, в которую она может быть вписана.

Сбежистость измеряют по разности между диаметрами нижнего и верхнего торцов сортимента, отнесённой к его длине, и выражают в сантиметрах на 1 м длины или процентах. В комлевых лесоматериалах нижний диаметр сортимента измеряют на расстоянии 1 м от нижнего торца.

Округлую и ребристую закомелистость измеряют по разности между диаметрами лесоматериала, измеренными у комлевого торца и на расстоянии 1 м от этого торца. Ребристую закомелистость допускается измерять, если это обусловлено спецификой сортимента, по разности между наибольшим и наименьшим диаметрами комлевого торца лесоматериала или отношением диаметра комлевого торца к диаметру на расстоянии 1 м от этого торца.

Овальность ствола измеряют по разности между наибольшим и наименьшим диаметрами соответствующего торца лесоматериала.

Нарост на стволе измеряют по его длине и толщине. Если это обусловлено спецификой сортимента, допускается измерять один из указанных параметров. За толщину нароста принимается расстояние между поверхностью ствола и линией, проходящей параллельно ей на высоте нароста.

Простую кривизну измеряют по величине стрелы прогиба сортимента в месте его наибольшего искривления, выражают в целых сантиметрах и относят ко всей длине искривления, измеренной в метрах, либо в процентах от длины искривления, либо в долях диаметра верхнего торца, или по величине стрелы прогиба на метровом участке наибольшего искривления.

Сложную кривизну характеризуют величиной наибольшего искривления, измеряемого аналогично простой кривизне. В случае необходимости измеряют все стрелы прогибов и их величины суммируют.

При измерении кривизны комлевых лесоматериалов размер на первом метре от нижнего торца в расчёт не принимают.

В круглых лесоматериалах, предназначенных для последующей разделки на чураки, кривизну измеряют отдельно для каждого чурака.

Наклон волокон измеряют в наиболее типичном месте боковой поверхности сортимента по величине отклонения направления волокон от линии, параллельной оси сортимента, которое определяют по направлению волокон древесины (на окорённых сортиментах), или бороздок коры (на неокорённых сортиментах) на протяжении 1 м, и выражают в процентах или в целых сантиметрах. В комлевых брёвнах наклон волокон измеряют не ближе 1 м от нижнего торца. Допускается измерять наклон волокон на верхнем торце по соответствующей величине отклонения волокон от линии, параллельной продольной оси сорти-

мента на протяжении 1 м от этого торца (в сантиметрах или долях диаметра верхнего торца).

Крень измеряют:

- по ширине и длине зоны, занятой пороком (если это обусловлено спецификой сортимента, допускается измерять один из указанных параметров);
- по площади зоны, занятой пороком (в процентах от площади соответствующих сторон сортимента).

Двойную сердцевину не измеряют, учитывают наличие порока.

Смещённую сердцевину измеряют по отклонению сердцевины от геометрического центра торца и выражают в целых сантиметрах или в процентах от среднего диаметра соответствующего торца.

Пасынок измеряют по наименьшему диаметру.

Сухобокость измеряют по глубине, ширине и длине. Если это обусловлено спецификой сортимента, допускается измерять один или два из этих параметров.

Открытую прорость измеряют:

- по наименьшей толщине вырезки, в которую она может быть вписана;
- по глубине и длине (если это обусловлено спецификой сортимента, допускается измерять один из указанных параметров).

Закрытую прорость измеряют:

- по наименьшей толщине вырезки, в которую она может быть вписана;
- по наименьшему диаметру круга, в который она может быть вписана;
- по наименьшей ширине неповреждённой периферической зоны торца.

Открытый рак измеряют по ширине, длине и глубине раны. Закрытый рак измеряют по длине и толщине вздутия. Если это обусловлено спецификой сортимента, допускается измерять один или два из указанных параметров.

Засмолок измеряют:

- по ширине и длине зоны, занятой пороком. Если это обусловлено спецификой сортимента, допускается измерять один из указанных параметров;
- по площади зоны, занятой пороком (в процентах от площади соответствующих сторон сортимента).

Ложное ядро измеряют:

- по наименьшему диаметру круга, в который оно может быть вписано;
- по наименьшей ширине свободной от порока периферической зоны торца;
- по наименьшей толщине вырезки, в которую оно может быть вписано;
- по площади зоны, занятой пороком, в процентах от площади поражённого торца.

Внутреннюю заболонь измеряют:

- по наружному диаметру и ширине её кольца. Если это обусловлено спецификой сортимента, допускается измерять один из указанных параметров;
- по наименьшей ширине свободной от порока периферической зоны торца.

Водослой измеряют:

- по наименьшей толщине вырезки, в которую он может быть вписан;
- по наименьшему диаметру круга, в который он может быть вписан;
- по наименьшей ширине свободной от порока периферической зоны торца;
- по площади зоны, занятой пороком (в процентах от площади торца).

Грибные ядровые пятна (полосы), пёструю ситовую гниль, бурую трещиноватую гниль, белую волокнистую гниль, ядровую гниль и дупло измеряют:

- по наименьшей толщине вырезки, в которую они могут быть вписаны;
- по наименьшему диаметру круга, в который они могут быть вписаны;
- по наименьшей ширине здоровой периферической зоны торца;
- по площади зоны поражения (в процентах от площади поражённого торца).

Заболонные грибные окраски, побурение и заболонную гниль измеряют:

– по глубине зоны поражения от боковой поверхности; для окорённых сортиментов — и по длине;

– по площади зоны поражения (в процентах от площади торца или площади заболони на поражённом торце);

– по площади зоны поражения и её глубине от боковой поверхности (в сантиметрах или долях диаметра торца, в процентах от площади торца или площади заболони на торце).

Наружную трухлявую гниль не измеряют, учитывают наличие порока.

Поверхностную червоточину не измеряют, учитывают наличие порока.

Неглубокую и глубокую червоточину учитывают по разновидностям и измеряют при массовом локальном поражении — по длине зоны поражения; а при единичных червоточинах — по их количеству на 1 м длины сортимента.

Повреждение птицами измеряют по глубине, ширине и длине. Если это обусловлено спецификой сортимента, допускается измерять один или два из указанных параметров.

Инородное включение не измеряют, учитывают наличие порока.

Обугленность измеряют:

– по глубине, ширине и длине зоны повреждения. Если это обусловлено спецификой сортимента, допускается измерять один или два из указанных параметров;

– по площади зоны повреждения (в процентах от площади соответствующих сторон сортимента).

Обдир коры измеряют:

– по ширине и длине зоны повреждения. Если это обусловлено спецификой сортимента, допускается измерять один из указанных параметров;

– по площади зоны повреждения (в процентах от площади боковой поверхности сортимента).

Карру измеряют по глубине, ширине и длине. Если это обусловлено спецификой сортимента, допускается измерять один или два из указанных параметров.

Скос пропила измеряют по разности между наименьшей и наибольшей длиной сортимента.

Заруб, запил измеряют по глубине.

Отщеп, скол и вырыв измеряют по толщине, ширине и длине. Если это обусловлено спецификой сортимента, допускается измерять один или два из указанных параметров.

Козырёк и накол не измеряют, учитывают наличие.

Правила измерения пороков в пилопродукции и деталях

Пороки в пилопродукции и деталях измеряют в линейных мерах или долях соответствующих размеров сортимента.

Не выходящие на ребро круглые, овальные, продолговатые и разветвлённые сучки измеряют:

- по расстоянию между касательными к контуру сучка, проведёнными параллельно продольной оси сортимента;
- по наименьшему диаметру разреза сучка.

Сшивные сучки, а также выходящие на ребро продолговатые и разветвлённые сучки измеряют:

- по расстоянию между ребром и касательной к контуру сучка, проведённой параллельно ребру, с измерением на той стороне сортимента, куда выходит поперечный разрез сучка;

- по наименьшему диаметру продольного сечения сучка. Выходящие на ребро продолговатые и разветвлённые сучки, если это обусловлено спецификой сортимента, допускается измерять и по расстоянию между ребром и касательной к контуру сучка, проведённой параллельно ребру, с измерением на той стороне сортимента, куда выходит продольное сечение сучка. Разветвлённые сучки, если это обусловлено спецификой сортимента, допускается измерять и по сумме размеров составляющих сучков с измерением каждого из них по способу, соответствующему его разновидности по форме.

Выходящие на ребро круглые и овальные сучки измеряют:

- по расстоянию между ребром и касательной к контуру сучка, проведённой параллельно ребру;
- по протяжённости сучка на ребре.

Групповые сучки измеряют суммой размеров всех сучков, выходящих на одну сторону сортимента, с измерением каждого сучка по способу, соответствующему его разновидности по форме.

Сучки, окружённые корой, измеряют вместе с корой по способу, соответствующему разновидности каждого сучка.

Боковые трещины измеряют по максимальной глубине и длине. Если это обусловлено спецификой сортимента, допускается измерять один из указанных параметров. Для измерения глубины боковых трещин, не имеющих выхода на торцы, применяют щуп толщиной 0,3 мм.

Торцовую трещину измеряют по глубине и протяжённости на торце в миллиметрах или в долях ширины той стороны сортимента, на которой её проекция больше. Если это обусловлено спецификой сортимента, допускается измерять один из указанных параметров.

Торцовую отлупную трещину измеряют по хорде, если её длина менее полуокружности годичного слоя, или по диаметру, если её длина равна или больше полуокружности годичного слоя в миллиметрах или долях ширины той стороны сортимента, на которой её проекция больше.

Сбежистость необрезной пилопродукции измеряют по разности ширин комлевого и вершинного концов сортимента в сантиметрах на 1 м длины или в процентах.

Закомелистость необрезной пилопродукции измеряют по разности ширин сортимента у комлевого торца и на расстоянии 1 м от этого торца.

Нарост на необрезной пилопродукции измеряют по длине и толщине. Если это обусловлено спецификой сортимента, допускается измерять один из указанных параметров.

Простую кривизну необрезной пилопродукции измеряют по отклонению от прямолинейности сортимента в месте наибольшего искривления и выражают в целых сантиметрах на 1 м длины искривления или в процентах от длины искривления. Допускается измерять кривизну по отклонению от прямолинейности на метровом участке в месте наибольшего искривления. Сложную кривизну необрезной пилопродукции характеризуют величиной наибольшего искривления, измеряемого аналогично простой кривизне.

Наклон волокон измеряют в наиболее типичном месте общего направления волокон на протяжении не менее двойной ширины сортимента по величине отклонения волокон от продольной оси сортимента, не считая небольшие местные отклонения, и выражают в процентах.

Крень, тяговую древесину, свилеватость, засмолок, пятнистость и внутреннюю заболонь измеряют по ширине и длине в линейных мерах или по площади зоны, занятой пороком, выражаемых в долях размеров сортимента, или в процентах площади соответствующих сторон сортимента. Если это обусловлено спецификой сортимента, допускается измерять один из указанных параметров.

Завиток измеряют по его ширине и длине и учитывают по количеству в штуках на 1 м длины или на всей стороне сортимента.

Разбросанные глазки учитывают по количеству в штуках на 1 м длины или на всей стороне сортимента. Групповые глазки измеряют по ширине и длине занимаемой ими зоны и учитывают по количеству в штуках на 1 м длины или на всей стороне сортимента.

Кармашки измеряют по глубине, ширине и длине и учитывают по количеству в штуках на 1 м длины или на всю сторону сортимента.

Сердцевину и двойную сердцевину не измеряют, учитывают их наличие. Если это обусловлено спецификой сортимента, допускается измерять глубину их залегания, считая от ближайшей боковой поверхности.

Сухобокость необрезной пилопродукции измеряют по глубине, ширине и длине. Если это обусловлено спецификой сортимента, допускается измерять один или два из указанных параметров.

Прорость измеряют по глубине, длине и ширине и учитывают по количеству в штуках на 1 м длины или на весь сортимент. Если это обусловлено спецификой сортимента, допускается измерять один или два из указанных параметров.

Открытый рак на необрезной пилопродукции измеряют по ширине, длине и глубине раны. Закрытый рак измеряют по длине и толщине вздутия. Если это обусловлено спецификой сортимента, допускается измерять один или два из указанных параметров.

Ложное ядро измеряют:

- по глубине, ширине и длине зоны, занятой пороком. Если это обусловлено спецификой сорта, допускается измерять один или два из указанных параметров;

- по площади зоны, занятой пороком (в процентах от площади соответствующих сторон сорта).

Водослой измеряют:

- по ширине и длине зоны, занятой пороком. Если это обусловлено спецификой сорта, допускается измерять один из указанных параметров;

- по площади зоны, занятой пороком (в процентах от площади соответствующих сторон сорта).

Измерение химических окрасок древесины

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

Грибные ядровые пятна и полосы, пёструю ситовую гниль, бурую трещиноватую гниль, белую волокнистую гниль, ядровую гниль, дупло, заболонные грибные окраски, побурение и заболонную гниль измеряют:

- по длине, глубине и ширине зоны поражения. Если это обусловлено спецификой сорта, допускается измерять один или два из указанных параметров;

- по площади зоны поражения (в процентах соответствующих сторон сорта).

Наружную трухлявую гниль не измеряют, учитывают наличие порока.

Плесень измеряют по ширине и длине или по площади зоны, занятой пороком, выражаемых в долях размеров сорта или в процентах площади соответствующих сторон сорта.

Червоточину и повреждение паразитными растениями измеряют по наименьшему диаметру и количеству отверстий ходов на 1 м длины или на всю сторону сорта.

Инеродное включение не измеряют, учитывают наличие порока.

Обугленность измеряют:

- по глубине, ширине и длине зоны повреждения. Если это обусловлено спецификой сорта, допускается измерять один или два из указанных параметров;

- по площади зоны повреждения (в процентах от площади соответствующих сторон сорта).

Карру на необрезной пилопродукции измеряют по глубине, ширине и длине. Если это обусловлено спецификой сорта, допускается измерять один или два из указанных параметров.

Скос пропила измеряют по разности между наименьшей и наибольшей длиной сорта.

Обзол измеряют по длине и максимальной разнице между ширинами сторон сорта (в линейных мерах) или долях ширины соответствующих сто-

рон. Если это обусловлено спецификой сортимента, допускается измерять один из указанных параметров.

Риски, волнистость, ворсистость, мшистость, накол, рваный торец, бахрому, козырек, заусенец, выщербины, трещинки, ожог не измеряют, отмечают их наличие в сортименте.

Заруб, запил, выхват, отщеп, скол, вырыв, заDIR, вмятину измеряют по глубине, ширине и длине. Если это обусловлено спецификой сортимента, допускается измерять один или два из указанных параметров.

Царапину измеряют по длине и глубине. Если это обусловлено спецификой сортимента, допускается измерять один из указанных параметров.

Непрофрезеровку, шлифовку, недошлифовку измеряют по площади зоны, занятой пороком (в процентах от площади соответствующих сторон сортимента).

Продольную покоробленность по пласти и продольную покоробленность по кромке измеряют по величине стрелы прогиба сортимента.

Поперечную покоробленность измеряют по величине стрелы прогиба сортимента.

Крыловатость измеряют по наибольшему отклонению поверхности сортимента от плоскости.

Сложную покоробленность измеряют по величине стрелы прогиба наибольшего из составляющих её искривлений.

Правила измерения пороков в пилопродукции и деталях

Пороки в шпоне измеряют в линейных мерах или долях размеров сортимента.

В шпоне сучки измеряют по наибольшему диаметру и учитывают в штуках на 1 м² площади листа. Сучки, окружённые корой, измеряют вместе с корой.

Сомкнутые трещины измеряют по длине и учитывают в штуках на 1 м ширины листа.

Разошедшиеся трещины измеряют по длине и наибольшей ширине и учитывают в штуках на 1 м ширины листа.

Измерение пороков строения древесины

Тангенциальный наклон волокон и радиальный наклон волокон на радиальной поверхности измеряют в наиболее типичном месте общего направления волокон по величине их отклонения от линии, параллельной продольной оси листа (в процентах от длины, на которой это отклонение измерено).

Радиальный наклон волокон на тангенциальной поверхности измеряют по средней ширине перерезанных годовых слоёв на отрезке длиной 100 мм, в том участке листа, где слои расположены наиболее часто.

Крень, тяговую древесину, свилеватость, завиток, засмолок, пятнистость, внутреннюю заболонь, ложное ядро измеряют по ширине и длине занимаемой ими зоны или выражают в процентах площади листа. Если это обусловлено спецификой сортимента, допускается измерять один из указанных параметров.

Разбросанные глазки учитывают по количеству в штуках на 1 м² листа или всей его площади. Групповые глазки измеряют по ширине и длине занимаемой ими зоны в миллиметрах или выражают в процентах площади листа.

Кармашки и прорость измеряют по ширине и длине и учитывают по количеству в штуках на 1 м² или всю площадь листа. Если это обусловлено спецификой сортимента, допускается измерять один из указанных параметров.

Химические окраски (продубину, желтизну) измеряют по длине и ширине зоны поражения в миллиметрах или по её площади в процентах от площади листа.

Грибные ядровые пятна и полосы, ядровую гниль, заболонные грибные окраски, плесень, побурение и заболонную гниль измеряют:

- по длине и ширине зоны поражения. Если это обусловлено спецификой сортимента, допускается измерять один или два из указанных параметров;
- по площади зоны поражения (в процентах площади листа).

Червоточину измеряют по наибольшему диаметру и учитывают по количеству в штуках на 1 м² или всю площадь листа.

Закорину измеряют по длине и ширине или по площади занимаемой зоны в процентах от площади листа.

Ворсистость, мшистость, рябь шпона, гребешок не измеряют, отмечают их наличие или сравнивают с образцами-эталоном.

Вырыв, вмятину измеряют по глубине.

Риски и царапины не измеряют, а фиксируют их наличие.

Накол измеряют по наибольшему диаметру (размеру) и учитывают в штуках на 1 м² площади листа.

Следует понимать, что в нормативных документах на ту или иную продукцию могут предусматриваться иные способы измерения различных пороков.

Так риски и волнистость в ГОСТ 8486-86 и ГОСТ 26002-83 измеряют по глубине.

В некоторых стандартах могут появляться пороки и дефекты, не приведённые в ГОСТ 2140-81.

В стандартах на фанеру общего назначения появляются булавочные сучки (размером не более 3 мм), ряд специфичных пороков: нахлестка в наружных слоях, недостача шпона, просачивание клея, отпечаток, расслоение, пузыри и др.; ряд пороков сведён в новые группы: отклонение в строении древесины, здоровое изменение окраски, нездоровое изменение окраски.

Поэтому при оценке пороков древесины и определении качества той или иной продукции необходимо руководствоваться не только ГОСТ 2140-81, но и соответствующими техническими условиями на данную продукцию.

5.4. Классификации лесных товаров

В зависимости от завершённости процесса производства на предприятии и глубины переработки, различают:

- *сырьё*;
- *заготовки*, вырабатываемые из сырья; по размерам и качеству они соответствуют будущим конкретным деталям с припусками на усушку и механическую обработку и т. д.;

– *детали* — детали вырабатывают из заготовок или непосредственно из сырья; в отличие от заготовок, не требуют дальнейшей механической обработки; могут иметь различные технологические отверстия, пазы и т. д.;

– *готовые изделия (товары)*.

При этом на предприятиях, ограничивающихся переработкой древесины до определённого уровня, сырьё, заготовки или детали могут являться и готовой продукцией (товаром).

Источником сырья для производства лесных товаров является заготавливаемая в лесу:

– деловая древесина;

– технологическое сырьё — низкокачественная деловая древесина;

– дрова (пригодные для использования только в виде топлива).

Кроме того, часть лесных товаров, получают из различных древесных отходов лесозаготовок (сучья, вершины, откомлёвки и др.), лесопиления (реек, опилок, и др.).

Существуют различные классификации лесных товаров.

По способу переработки все лесные товары условно можно разделить на три группы:

– *лесоматериалы* — товары, получаемые механической обработкой древесины ствола (реже — других частей дерева);

– *композиционные древесные материалы и модифицированная древесина* получаются сочетанием механического, физического и химического способов обработки;

– *сырьё и продукция лесохимических производств* предназначены или получают химической обработкой древесины.

По видам товаров лесоматериалы делятся на 4 группы:

– *круглые и колотые лесоматериалы*;

– *пиломатериалы*;

– *шпон*;

– *измельчённая древесина*.

По способу механической обработки лесоматериалы формально можно разделить на 6 групп:

– *круглые лесоматериалы* — хлысты и лесоматериалы, получаемые поперечным делением хлыстов;

– *пиленые лесоматериалы (пилопродукция)* — получают продольным пилением;

– *лущёные лесоматериалы* — получают срезанием древесины по спирали;

– *строганные лесоматериалы* — получают срезанием ножами в плоскости;

– *колотые лесоматериалы* — получают разделением древесины вдоль волокон клиновидным инструментом;

– *измельчённая древесина* — получают на рубильных машинах, стружечных станках, дробилках и т. д., а также при пилении и фрезеровании.

Композиционные древесные материалы и модифицированная древесина включают листовые и плитные материалы, образованные из цельной древесины с помощью различных связующих (фанера, древесноволокнистые плиты (ДВП),

древесностружечные плиты (ДСтП), арболит и др.), цельную древесину с направленно изменёнными свойствами (прессованная, модифицированная синтетическими смолами, пластифицированная аммиаком и др.).

Сырьё и продукция лесохимических производств — это единый комплекс товаров, предназначенных или являющихся результатом глубокой химической переработки древесины. В этой группе товаров можно выделить следующие подгруппы:

– *сырьё для лесохимических производств* получается механическим путём из различных частей дерева. Включает: корьё и древесное сырьё для выработки дубильных веществ; древесное сырьё для пиролиза, углежжения и угля специального назначения; древесную зелень; живицу и соки, добываемые из живых деревьев;

– *продукция целлюлозно-бумажного производства* — продукты химической (и механической) переработки древесины — целлюлоза и древесная масса, бумага, картон;

– *продукция гидролизного и дрожжевого производств*: спирт, кормовые и пищевые дрожжи, фурфурол получают из низкокачественной древесины и отходов;

– *продукция получаемая при пиролизе и углежжении* (древесный уголь);

– *продукция терпентинно-канифольного и экстрактивного производства* (живица, скипидар, канифоль, дубильные экстракты, красители); товары этой группы могут получаться и из отходов целлюлозно-бумажного производства;

– *биологически активные вещества*.

На большинство лесных товаров имеются государственные стандарты.

5.5. Учёт и маркировка заготовленной древесины

В соответствии с Лесным кодексом древесина, полученная при использовании лесов и при осуществлении мероприятий по их охране, защите и воспроизводству, подлежит учёту до её вывоза из леса.

Понятия учёта и маркировки заготовленной древесины, появившиеся в последнее время, связанные с созданием единой государственной автоматизированной информационной системы учёта древесины и сделок с ней, отличаются от традиционного понимания учёта и маркировки различной продукции из древесины, которые устанавливаются соответствующими нормативными документами (ГОСТами) и частично рассматриваются ниже в соответствующих разделах.

В соответствии с Лесным кодексом древесина ценных лесных пород (дуб, бук, ясень), заготовка которых допускается в соответствии с законодательством Российской Федерации, подлежит обязательной поштучной маркировке юридическими лицами, индивидуальными предпринимателями, осуществляющими её вывоз из Российской Федерации. Со временем список пород, заготовленная древесина которых подлежит маркировке, может быть расширен.

Информация о маркировке данной древесины представляется юридическими лицами, индивидуальными предпринимателями, осуществляющими вы-

воз такой древесины из Российской Федерации, в единую государственную автоматизированную информационную систему учёта древесины и сделок с ней в форме электронного документа, подписанного электронной подписью, с использованием информационно-телекоммуникационных сетей общего пользования, в том числе сети Интернет, включая единый портал государственных и муниципальных услуг, не позднее одного дня до её вывоза из Российской Федерации.

Маркировка древесины должна обеспечивать возможность нанесения и считывания сведений о маркируемой древесине с использованием технических средств.

Данная маркировка подразумевает наличие на каждом бревне пластиковых или металлических бирок, самоклеящихся этикеток, ярлыков из различных материалов, содержащих закодированные условные обозначения в виде нанесённого рисунка, текстовой информации, каких-либо кодов, штриховых кодов.

Цель подобной маркировки — отслеживать перемещения промаркированного кряжа от вывоза из леса до учёта при вывозе на экспорт или переработку в России при создании автоматизированных информационных систем учёта оборота и контроля происхождения древесины.

Порядок маркировки и требования к маркировке древесины пород, указанных в соответствующей статье Лесного кодекса, перечень информации о маркировке указанной древесины, представляемой в единую государственную автоматизированную информационную систему учёта древесины и сделок с ней в соответствии с Лесным кодексом, устанавливаются Правительством Российской Федерации.

Транспортировка, в том числе на основании договора перевозки, древесины любым видом транспорта осуществляется при наличии сопроводительного документа, в котором указываются сведения о собственнике, грузоотправителе, грузополучателе, перевозчике древесины, её объёме, видовом (породном) и сортиментном составе, пунктах отправления и назначения, номере декларации о сделках с древесиной (в случае, если совершались сделки с указанной древесиной), а также номере государственного регистрационного знака транспортного средства, на котором осуществляется транспортировка древесины (в случае её транспортировки автомобильным транспортом).

Сопроводительный документ оформляется юридическими лицами, индивидуальными предпринимателями, являющимися собственниками древесины. Форма сопроводительного документа и порядок его заполнения определяются Правительством Российской Федерации.

Юридические лица, индивидуальные предприниматели, совершившие сделки с древесиной, в том числе в целях ввоза в Российскую Федерацию, вывоза из Российской Федерации, представляют оператору единой государственной автоматизированной информационной системы учёта древесины и сделок с ней декларацию о сделках с древесиной в форме электронного документа, подписанного электронной подписью, с использованием информационно-телекоммуникационных сетей общего пользования, в том числе сети Интернет, включая единый портал государственных и муниципальных услуг.

В декларации о сделках с древесиной указываются:

1) информация о собственниках древесины, сторонах сделок с древесиной (наименование, организационно-правовая форма, место нахождения — для юридического лица; фамилия, имя, отчество, данные документа, удостоверяющего личность, — для индивидуального предпринимателя);

2) сведения об объёме древесины, о её видовом (породном) и сортиментном составе;

3) сведения о документах, на основании которых была осуществлена заготовка древесины;

а) сведения о договоре аренды лесного участка или об ином документе о предоставлении лесного участка (наименования сторон этого договора, организационно-правовая форма, место нахождения — для юридического лица; фамилия, имя, отчество, данные документа, удостоверяющего личность, — для индивидуального предпринимателя; местоположение лесного участка; дата заключения и номер этого договора или иного документа, срок действия этого договора, объём заготовки древесины в соответствии с этим договором или иным документом);

б) сведения о договоре купли-продажи лесных насаждений (наименования сторон этого договора, организационно-правовая форма, место нахождения — для юридического лица; фамилия, имя, отчество, данные документа, удостоверяющего личность, — для индивидуального предпринимателя; местоположение лесных насаждений; дата заключения и номер этого договора, срок его действия, объём заготовки древесины в соответствии с этим договором);

4) сведения о договоре, по которому приобретается или отчуждается древесина (наименования сторон этого договора, организационно-правовая форма, место нахождения — для юридического лица; фамилия, имя, отчество, данные документа, удостоверяющего личность, — для индивидуального предпринимателя; дата заключения и номер этого договора, срок его действия, объём, видовой (породный) и сортиментный состав передаваемой по этому договору древесины);

5) сведения о месте складирования древесины (при наличии).

Декларация о сделках с древесиной представляется в течение пяти рабочих дней со дня заключения, изменения или прекращения действия договора на отчуждение древесины, в том числе на вывоз из Российской Федерации, но не позднее одного дня до транспортировки древесины. В декларацию о сделках с древесиной вносятся изменения о фактическом объёме транспортировки древесины в течение действия договора, на основании которого указанная декларация была подана, но не реже одного раза в месяц.

Форма декларации о сделках с древесиной и порядок её представления устанавливаются Правительством Российской Федерации.

Единая государственная автоматизированная информационная система учёта древесины и сделок с ней является федеральной информационной системой. Правообладателем информации является Российская Федерация, от имени которой полномочия правообладателя информации осуществляются уполномоченным федеральным органом исполнительной власти.

Заказчиком и оператором единой государственной автоматизированной информационной системы учёта древесины и сделок с ней является уполномоченный федеральный орган исполнительной власти.

Единая государственная автоматизированная информационная система учёта древесины и сделок с ней создаётся в целях обеспечения учёта древесины, информации о сделках с ней, а также осуществления анализа, обработки представленной в неё информации и контроля за достоверностью такой информации.

Перечень размещаемой в информационно-телекоммуникационных сетях общего пользования, в том числе в сети Интернет, информации, содержащейся в единой государственной автоматизированной информационной системе учёта древесины и сделок с ней, а также информации, размещаемой в форме открытых данных, определяется Правительством Российской Федерации.

Порядок эксплуатации единой государственной автоматизированной информационной системы учёта древесины и сделок с ней, порядок представления информации в эту систему, формы представления информации, формы и порядок направления запросов о предоставлении информации также с использованием информационно-телекоммуникационных сетей общего пользования, в том числе сети Интернет, включая единый портал государственных и муниципальных услуг, устанавливаются Правительством Российской Федерации.

В единой государственной автоматизированной информационной системе учёта древесины и сделок с ней содержится документированная информация:

1) о юридических лицах (наименование, организационно-правовая форма, место нахождения, сведения о государственной регистрации юридического лица, идентификационный номер налогоплательщика), об индивидуальных предпринимателях (сведения о государственной регистрации физического лица в качестве индивидуального предпринимателя, фамилия, имя, отчество, данные документа, удостоверяющего личность, идентификационный номер налогоплательщика), осуществляющих заготовку древесины;

2) о договорах аренды лесных участков (наименования сторон договора аренды лесного участка, их организационно-правовая форма, место нахождения — для юридического лица; фамилия, имя, отчество, данные документа, удостоверяющего личность, — для индивидуального предпринимателя; местоположение арендуемого лесного участка, дата заключения и номер этого договора, срок его действия, объём подлежащей заготовке древесины в соответствии с этим договором);

3) о договорах купли-продажи лесных насаждений (наименования сторон договора купли-продажи лесных насаждений, их организационно-правовая форма, место нахождения — для юридического лица; фамилия, имя, отчество, данные документа, удостоверяющего личность, — для индивидуального предпринимателя; местоположение лесных насаждений, объём подлежащей заготовке древесины в соответствии с этим договором, дата заключения и номер этого договора, срок его действия);

4) о контрактах (наименования сторон контракта, их организационно-правовая форма, место нахождения — для юридического лица; фамилия, имя, отчество, данные документа, удостоверяющего личность, — для индивидуального предпринимателя; местоположение лесных насаждений, объём подлежа-

щей заготовке древесины в соответствии с этим контрактом, дата заключения и номер этого контракта, срок его действия);

5) о праве постоянного (бессрочного) пользования лесными участками (дата и номер документа о предоставлении права постоянного (бессрочного) пользования лесными участками; в отношении лица, предоставляющего данное право, наименование и место нахождения; в отношении лица, которому такое право предоставляется, наименование, организационно-правовая форма, место нахождения; местоположение предоставляемого лесного участка, объём подлежащей заготовке древесины);

6) о лесных декларациях (наименование лица, подавшего лесную декларацию, его место нахождения — для юридического лица; фамилия, имя, отчество, данные документа, удостоверяющего личность, — для индивидуального предпринимателя; номер и дата договора аренды или иного документа, в соответствии с которыми подаётся лесная декларация, объём подлежащей заготовке древесины в соответствии с лесной декларацией; местоположение лесных участков);

7) об отчётах об использовании лесов (наименование лица, представившего отчёт об использовании лесов, организационно-правовая форма, место нахождения — для юридического лица; фамилия, имя, отчество, данные документа, удостоверяющего личность, — для индивидуального предпринимателя; номер и дата договора аренды, иного документа, на основании которых представляется отчёт об использовании лесов, объём, видовой (породный) и сортиментный состав древесины, местоположение лесных участков);

8) о юридических лицах (наименование, организационно-правовая форма, место нахождения), об индивидуальных предпринимателях (фамилия, имя, отчество, данные документа, удостоверяющего личность), совершивших сделки с древесиной;

9) о декларациях о сделках с древесиной (номер и дата подачи декларации о сделках с древесиной, наименование лица, подавшего такую декларацию, организационно-правовая форма, место нахождения — для юридического лица; фамилия, имя, отчество, данные документа, удостоверяющего личность, — для индивидуального предпринимателя; объём, видовой (породный) и сортиментный состав древесины, а также наименование лица, в собственность которого отчуждается древесина, организационно-правовая форма, место нахождения — для юридического лица; фамилия, имя, отчество, данные документа, удостоверяющего личность, — для индивидуального предпринимателя);

10) о фактическом объёме полученной древесины;

11) о маркировке древесины.

5.6. Круглые и колотые лесоматериалы

Под круглыми лесоматериалами понимаются сортименты, полученные из ствола срубленного дерева путём поперечного деления.

В лесу заготавливают деловую древесину и дрова. Деловая древесина предназначена для производства каких-либо товаров; дрова — исключительно для использования в качестве топлива.

В процессе лесозаготовки образуются различные отходы: сучья и ветви, вершины, откомлёвки, пневая древесина, кора и древесная зелень, которые могут использоваться в качестве сырья для других производств.

Ствол срубленного дерева с отделёнными корнями, ветвями и вершиной называется хлыстом. При поперечном делении хлыста получают различные сортименты — круглые лесоматериалы в виде брёвён определённого предназначения.

Круглые лесоматериалы могут являться готовой продукцией и использоваться непосредственно в круглом виде, могут являться сырьём для дальнейшей переработки в производстве пилопродукции, шпона, измельчённой древесины, целлюлозы и древесной массы. Некоторые сортименты могут раскалываться и поставляться как в круглом виде, так и в расколотом виде, или в виде смеси круглых и расколотых лесоматериалов.

По степени обработки боковой поверхности круглые лесоматериалы могут быть неокорёнными (с корой, или «в коре»), грубоокорёнными (с частично удалённой корой), окорёнными (без коры), со сглаженной поверхностью (удалены неровности с сохранением сбего бревна) и оцилиндрованными (поверхностные слои срезаны больше, бревну придана форма цилиндра).

Наиболее распространёнными сортиментами являются: пиловочные брёвна для выработки пиломатериалов общего назначения или экспортных пиломатериалов, строительные брёвна, балансы, фанерные брёвна, тарные брёвна, дрова.

Кроме этих сортиментов к круглым лесоматериалам относятся: брёвна для мачт судов и для радио, брёвна для опор линий связи и электропередач, подтоварник (для вспомогательных и временных построек), рудничная стойка, карандашные брёвна, палубные, судостроительные и авиационные брёвна, резонансные брёвна, шпальные брёвна, лыжные и ружейные (ложевые) брёвна.

Некоторые сортименты могут иметь небольшую длину от 0,25 м для дров и примерно от 1 м для деловых лесоматериалов. Такие длины неудобны для транспортировки, поэтому лесоматериалы часто поставляются в виде более длинных бревён, — долготья — отрезков хлыста, имеющих длину, кратную длине получаемого сортимента с припуском на разделку. Если долготье содержит сортименты разного назначения, оно называется комбинированным.

Короткие и толстые сортименты часто называются не брёвнами, а кряжами, например, спичечный кряж, шпальный кряж, фанерный кряж, авиационный кряж, лыжный кряж, карандашный кряж, клёпочный кряж, резонансный кряж. При этом, термин «кряж» следует рассматривать как синоним термина «бревно».

Короткомерные сортименты, длина которых соответствует размерам деревообрабатывающих станков, называются чураками.

Тонкомерные сортименты, толщиной менее 6 см у хвойных пород и менее 8 см у лиственных, называются жердями.

Измерение размеров и определение объёма круглых лесоматериалов может производиться с использованием различных нормативных документов. Длительное время основным стандартом в этой области был ГОСТ 2292-88.

С 01.01.2015 г. введён в действие ГОСТ 32594-2013 в качестве национального стандарта РФ.

Объём круглых лесоматериалов может определяться поштучными измерениями и групповыми измерениями.

При поштучных измерениях на каждом круглом лесоматериале измеряется длина и диаметры (рис. 116).

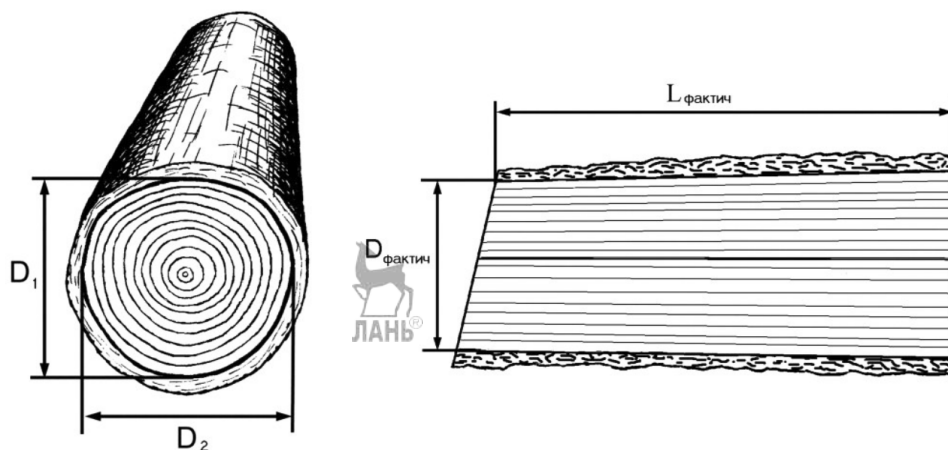


Рис. 116

Определение фактических размеров деловых сортиментов

Фактическая длина круглых лесоматериалов измеряется в метрах с точностью до второго знака после запятой как наименьшее расстояние между его торцами. При вычислении объёма фактическая длина приводится к номинальной длине с учётом используемых нормативных документов, градации по длине и величины припуска. Припуском называется обязательная прибавка к длине, компенсирующая потери при отторцовке или раскряжевке, которая устанавливается нормативными документами и обычно составляет 2–5 см (до 10 см).

У круглых лесоматериалов может измеряться верхний диаметр (ближе к вершине дерева), нижний диаметр (ближе к комлю), срединный диаметр (диаметр на середине длины круглого лесоматериала) или диаметры по всей длине круглого лесоматериала с равномерным шагом.

Если диаметр круглых лесоматериалов не превышает 20 см и брёвна не являются овальными, допускается измерение у всех круглых лесоматериалов одного диаметра, но строго в одном, например горизонтальном, направлении. Если диаметр круглых лесоматериалов превышает 20 см, проводят измерение двух взаимно перпендикулярных диаметров с вычислением среднего арифметического значения.

Диаметры в верхнем и нижнем торцах деловых сортиментов измеряют без учёта коры; соответствующие диаметры неокорённых дров измеряют вместе с корой. Диаметры в средней части неокорённых бревён измеряют вместе с корой, с последующим исключением коры при определении объёма для деловых сортиментов.

Пороки древесины (сучки, наросты, закомелистость, сухобокость и др.) и механические повреждения (сколы, запилы) не должны оказывать влияния на результаты измерения диаметра.

Диаметры измеряются в сантиметрах с точностью до одного знака после запятой. Толщина круглых лесоматериалов рассчитывается по диаметру, измеренному в верхнем торце, округлением до целого значения или до чётного целого значения в зависимости от диаметра и градации по толщине.

В зависимости от толщины (в верхнем торце) круглые лесоматериалы делятся на *мелкие*, толщиной от 6 до 13 см с градацией 1 см, *средние*, толщиной от 14 до 24 см, и *крупные*, толщиной 26 см и более, с градацией 2 см.

Определение объёма круглого лесоматериала при поштучном измерении (плотного объёма) может производиться разными методами.

Метод усечённого конуса предполагает измерение длины круглого лесоматериала и диаметров в верхнем и нижнем торцах и вычисление объёма по формуле

$$V = \frac{3,1416 \cdot L_n \cdot (d^2 + d \cdot D + D^2)}{120\,000}, \quad (56)$$

где V — объём круглого лесоматериала, м³; d — диаметр в верхнем торце, см; D — диаметр в нижнем торце, см; L_n — номинальная длина круглого лесоматериала, м.

Метод концевых сечений предполагает измерение длины круглого лесоматериала и диаметров в верхнем и нижнем торцах и вычисление объёма по формуле

$$V = \frac{3,1416 \cdot L_n \cdot (d^2 + D^2)}{80\,000}, \quad (57)$$

где V — объём круглого лесоматериала, м³; d — диаметр в верхнем торце, см; D — диаметр в нижнем торце, см; L_n — номинальная длина круглого лесоматериала, м.

Метод срединного сечения предполагает измерение длины и срединного диаметра круглого лесоматериала и вычисление объёма по формуле

$$V = \frac{3,1416 \cdot d_{\text{сред}}^2 \cdot L_n}{40\,000}, \quad (58)$$

где V — объём круглого лесоматериала, м³; $d_{\text{сред}}$ — срединный диаметр, см; L_n — номинальная длина круглого лесоматериала, м.

Секционный метод предполагает измерение длины круглого лесоматериала, диаметров в верхнем и нижнем торцах и в конце каждой секции и вычисление объёма по формуле

$$V = \frac{3,1416 \cdot l_i}{120\,000} \cdot \sum_{i=1}^{n-1} (d_i^2 + d_i \cdot D_i + D_i^2) + \frac{3,1416 \cdot l_n}{120\,000} \cdot (d_n^2 + d_n \cdot D_n + D_n^2), \quad (59)$$

где V — объём круглого лесоматериала, м³; d_i — диаметр в верхнем торце i -й секции, см; d_n — диаметр в верхнем торце последней n -й секции, см; D_i — диа-

метр в нижнем торце i -й секции, см; D_n — диаметр в нижнем торце последней n -й секции, см; l_i — длина каждой секции, м; l_n — длина последней секции, м.

Длина секции должна быть не более 0,20 м при автоматизированных измерениях и не более 2 м при ручных измерениях.

Метод верхнего диаметра и среднего сбega предусматривает измерение длины, верхнего диаметра круглого лесоматериала и среднеарифметического значения сбega партии бревён и вычисление объёма по формуле

$$V = \frac{3,1416 \cdot \left(d + \bar{S} \cdot \frac{L_n}{2} \right) \cdot L_n}{40\,000}, \quad (60)$$

где V — объём круглого лесоматериала, м³; d — диаметр в верхнем торце, см; L_n — номинальная длина круглого лесоматериала, м; \bar{S} — среднее арифметическое значение сбega партии лесоматериалов, см/м.

Сбег круглого лесоматериала определяют по формуле

$$S = L \cdot (D - d), \quad (61)$$

где S — сбег круглого лесоматериала, м³; d — диаметр в верхнем торце, см; D — диаметр в нижнем торце, см; L — длина круглого лесоматериала, м.

Метод использования таблиц объёмов круглых лесоматериалов предусматривает измерение длины, верхнего диаметра лесоматериала и определение объёма по номинальной длине и толщине по таблицам объёмов ГОСТ 32594-2013, ГОСТ 2708-75 или других нормативных документов.

При групповом учёте производятся измерения совокупности лесоматериалов.

Групповой метод определения объёма круглых (для дров — и колотых или смеси круглых и колотых) лесоматериалов в штабеле на складе предполагает измерение размеров штабеля (рис. 117), определение складочного объёма и пересчёт его в плотный объём.

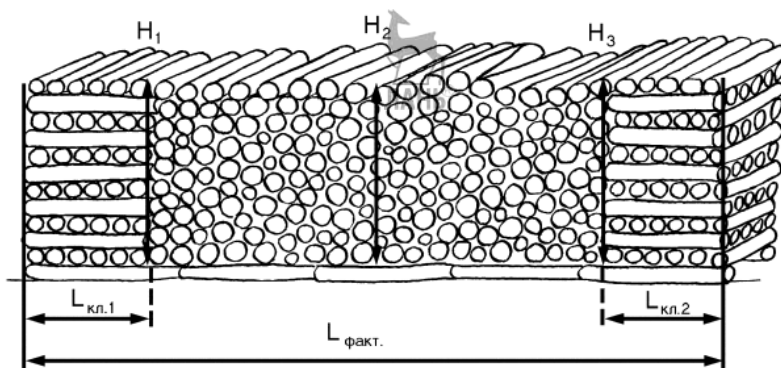


Рис. 117

Схема измерения высот и длины штабеля

Складочный объём рассчитывается по формуле

$$V_{\text{скл}} = H \cdot B \cdot L, \quad (62)$$

где $V_{\text{скл}}$ — складочный объём лесоматериалов штабеля, скл. м³; H — высота штабеля, м; B — ширина штабеля, м; L — длина штабеля, м.

Для определения высоты штабеля его торцовые стороны делят по длине на целое число одинаковых секций, длина которых должна быть не более 3 м, и измеряют высоту посередине каждой секции. Высота штабеля определяется как среднее арифметическое высот всех секций с обеих торцовых сторон штабеля. Высота прокладок между брёвнами в штабеле (при их наличии) или подкладок, на которые укладываются лесоматериалы штабеля (при их наличии), в высоту штабеля не включается.

Ширину штабеля принимают равной номинальной длине уложенных в нем лесоматериалов. Если в штабеле сложены лесоматериалы разных длин, средняя ширина штабеля определяется как средневзвешенное значение через число лесоматериалов соответствующих номинальных длин.

Фактическую длину штабеля измеряют с двух сторон штабеля и находят среднее арифметическое значение.

Если штабель не содержит клеток, для определения складочного объёма используется значение фактической длины штабеля.

Если для закрепления штабеля используются клетки, в которых те же лесоматериалы послойно уложены перпендикулярно друг другу (рис. 116), длина клеток умножается на коэффициент 0,8, выравнивающий плотность укладки лесоматериалов в клетках и основной части штабеля, и в расчётах объёма используется уменьшенное значение длины штабеля:

$$L = L_{\text{факт}} - \sum l_{\text{клеток}} + 0,8 \cdot \sum l_{\text{клеток}}, \quad (63)$$

где L — длина штабеля, м; $l_{\text{факт}}$ — измеренная вместе с клетками фактическая длина штабеля, м; $\sum l_{\text{клеток}}$ — суммарная длина всех клеток, м.

Плотный объём штабеля определяется по формуле

$$V = V_{\text{скл}} \cdot K, \quad (64)$$

где V — плотный объём лесоматериалов штабеля, м³; $V_{\text{скл}}$ — складочный объём бревён штабеля, скл. м³; K — коэффициент полнодревесности.

Коэффициент полнодревесности определяется по таблицам нормативных документов (ГОСТов) или непосредственно на штабеле с помощью специальных методов.

Групповой метод определения объёма бревён в штабеле в вагоне или на автомобиле (рис. 118) предполагает измерение размеров штабеля, определение складочного объёма и пересчёт его в плотный объём.

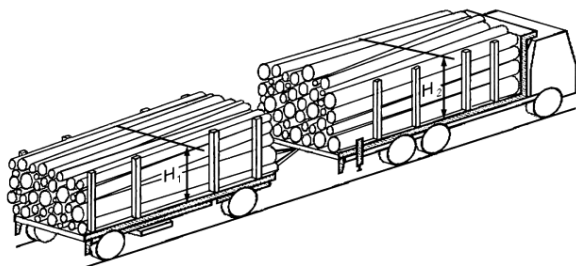


Рис. 118

Схема обмера штабелей, погружённых в автомобили

Складочный объём погружённого в железнодорожные полувагоны, платформы или автомобили штабеля прямоугольной формы без «шапки» рассчитывается по формуле

$$V_{\text{скл}} = H_{\text{ср}} \cdot B \cdot L, \quad (65)$$

где $V_{\text{скл}}$ — складочный объём лесоматериалов в штабеле, скл. м³; $H_{\text{ср}}$ — средняя высота штабеля, м; B — ширина штабеля, м; L — длина штабеля, м.

Складочный объём штабеля, погружённого в железнодорожные полувагоны, платформы или автомобили с «шапкой» (рис. 119) или с суженной частью рассчитывается по формуле

$$V_{\text{скл}} = H_{\text{ср}} \cdot B \cdot L + 0,785 \cdot h_{\text{ср}} \cdot B \cdot L, \quad (66)$$

где $V_{\text{скл}}$ — складочный объём лесоматериалов в штабеле, скл. м³; $H_{\text{ср}}$ — средняя высота прямоугольной части штабеля, м; $h_{\text{ср}}$ — средняя высота суженной части штабеля («шапки»), м; B — ширина штабеля, м; L — длина штабеля, м.

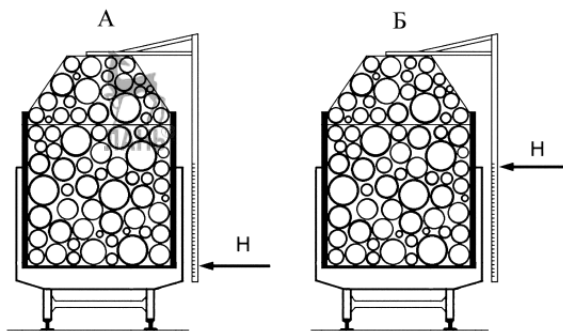


Рис. 119

Схема обмера штабелей, погружённых в вагоны:

А — с земли; Б — с эстакады.

Высота прямоугольной части штабеля рассчитывается как среднеарифметическое значение измерений у четырёх стоек по краям штабеля. Высоту суженной части штабеля или «шапки» определяют как среднеарифметическое измерений высот от основания суженной части до верха верхнего брёвна у стоек.

За длину штабеля принимают номинальную (без припусков) длину лесоматериалов в штабеле. За ширину штабеля принимают внутреннее расстояние между стойками, ограждающими штабель.

Плотный объём погружённого в железнодорожные полувагоны, платформы или автомобили штабеля определяется по формуле 64.

Коэффициент полндревесности определяется по таблицам ГОСТ 32594-2013 в зависимости от древесной породы, длины, толщины, окорки и т. д. брёвен, или непосредственно на штабеле с помощью специальных методов.

Коэффициенты полндревесности представляют собой отношение плотного объёма древесины в штабеле к его складочному объёму. На коэффициенты полндревесности в первую очередь влияет качество укладки штабеля, средний диаметр круглых лесоматериалов, толщина коры (для деловых лесоматериалов, поставляемых неокорёнными, но учитываемых без коры); на качество укладки влияет длина круглых лесоматериалов, их сбежистость, наличие выступающих

сучков и закомелистости, наличие бревён с кривизной, наличие внутри штабеля снега, льда, мусора, и т. д.

Фактические коэффициенты полндревесности могут быть определены раскаткой штабелей, методом диагоналей или методом площади торцов.

В первом случае производится обмер штабеля и определение его складочного объёма, после чего штабель раскатывается, все лесоматериалы штабеля измеряются поштучным методом, и определяется плотный объём как сумма объёмов всех круглых лесоматериалов. Коэффициент полндревесности рассчитывается по соотношению плотного и складочного объёма.

При определении коэффициента полндревесности по методу диагоналей на торцевой стороне штабеля намечают «диагональ» — наклонённую прямую линию воображаемого прямоугольника, охватывающую лесоматериалы и в нижней и в верхней частях штабеля. На штабеле измеряется длина диагонали и длины пересечений торцов всех лесоматериалов с диагональю (рис. 120). Длина пересечений торцов с диагональю измеряется для деловых неокорённых лесоматериалов без коры, для дров — вместе с корой.

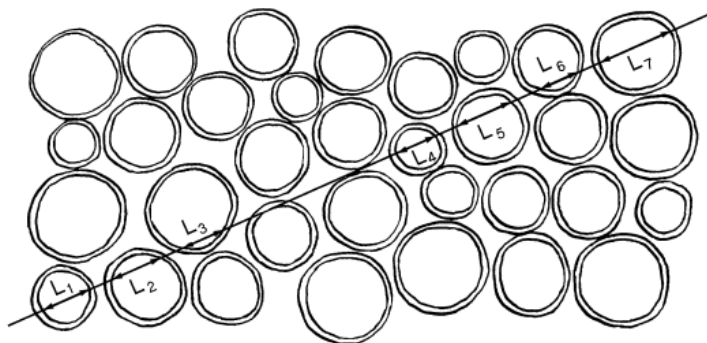


Рис. 120

Схема определения коэффициентов полндревесности по методу диагоналей

Коэффициент полндревесности определяют до трёх знаков после запятой по формуле

$$K = \frac{\sum l_{\text{торцов}}}{L_{\text{диаг}}}, \quad (67)$$

где K — коэффициент полндревесности; $\sum l_{\text{торцов}}$ — сумма длин пересечения торцов лесоматериалов с диагональю, м; $L_{\text{диаг}}$ — длина диагонали, м.

При определении коэффициентов полндревесности методом площади торцов на боковой поверхности штабеля закладывается несколько площадок прямоугольной формы, охватывающих не менее 10% площади торцевой стороны штабеля (и не менее 60 торцов бревён).

На каждой площадке измеряют диаметры торцов всех круглых лесоматериалов, полностью попавших на площадку. У частично попавших на учётную площадку круглых лесоматериалов измеряется диаметр торца и хорда по линии границы учётной площадки; обязательно фиксируется большая или меньшая часть торца круглых лесоматериалов оказалась в площади учётной площадки.

Сумму всех площадей торцов круглых лесоматериалов, попавших в учётные площадки, определяют по формуле

$$\sum S_{\text{торцов}} = \sum \frac{3,1416 \cdot d_i^2}{40\,000} + \left(\sum \frac{3,1416 \cdot d_j^2}{40\,000} - \sum S_{j \text{ меньше}} \right) + \sum S_{k \text{ меньше}}, \quad (68)$$

где $\sum S_{\text{торцов}}$ — сумма всех площадей торцов круглых лесоматериалов, попавших в учётную площадку, м²; d_i — диаметры торцов круглых лесоматериалов, полностью попавших в учётные площадки, см; d_j — диаметры торцов круглых лесоматериалов, частично попавших в учётные площадки большей частью торца круглого лесоматериала, см; $\sum S_{i \text{ меньше}}$ — сумма всех меньших частей площадей торцов круглых лесоматериалов, частично попавших в учётные площадки большей частью торца круглого лесоматериала, определённых по таблицам, м²; $\sum S_{k \text{ меньше}}$ — сумма всех меньших частей площадей торцов круглых лесоматериалов, частично попавших в учётные площадки меньшей частью торца круглого лесоматериала, определённых по таблицам, м².

Коэффициент полндревесности определяют по формуле

$$K = \frac{\sum S_{\text{торцов}}}{\sum S_{\text{площадок}}}, \quad (69)$$

где K — коэффициент полндревесности; $\sum S_{\text{торцов}}$ — сумма всех площадей торцов круглых лесоматериалов, попавших в учётную площадку, м²; $\sum S_{\text{площадок}}$ — сумма всех площадей всех учётных площадок, м².

Весовой метод определения объёма партии круглых лесоматериалов предполагает определение массы всех круглых лесоматериалов партии взвешиванием транспортного средства и вычисление объёма по формуле

$$V = \frac{M}{K_p}, \quad (70)$$

где V — объём круглых лесоматериалов партии, м³; M — масса круглых лесоматериалов партии, т; K_p — коэффициент плотности, т/м³.

Коэффициент плотности определяется выборочными измерениями отдельных вагонов, автомобилей, пачек круглых лесоматериалов в партии с их взвешиванием и определением объёма всех круглых лесоматериалов методами поштучного измерения и рассчитывается по формуле

$$K_p = \frac{\sum M_i}{\sum V_i}, \quad (71)$$

где K_p — коэффициент плотности, т/м³; $\sum V_i$ — объём всех круглых лесоматериалов в выборке, м³; $\sum M_i$ — масса всех круглых лесоматериалов в выборке, т.

Круглые лесоматериалы сортируются в зависимости от назначения (по видам сортиментов), древесной породы, длины и хранятся на складе в штабелях.

Существует два принципиальных способа хранения круглых лесоматериалов: сухой и влажный.

Влажный способ хранения предполагает сохранение влажности на крайне высоком уровне (близком к влажности растущего дерева). Такая влажность

слишком высока для поселения и успешного развития насекомых и грибов. При влажном способе хранения появление трещин усушки (кроме неглубоких торцовых) полностью исключается.

Сухой способ хранения предполагает быстрый перевод лесоматериалов в относительно безопасную также непригодную для развития насекомых и грибов зону низкой влажности. При сухом способе хранения повреждения насекомыми и грибами исключаются, но в древесине неизбежно будут появляться трещины усушки.

Влажным способом обычно хранят сортименты, в которых недопустимо появление боковых трещин усушки (пиловочник, фанерное сырьё) или присыхание коры к древесине (балансы, особенно на древесную массу). Сухим способом хранят сортименты, в которых трещины усушки всё равно появятся: брёвна для столбов, строительные брёвна.

При организации хранения круглых лесоматериалов влажным способом следует укладывать круглые лесоматериалы как можно плотнее параллельно друг другу (рис. 121), максимально сохранять кору при заготовке, транспортировке и укладке штабеля. При хранении сортиментов ценных лиственных пород можно провести обработку торцов круглых лесоматериалов влагозащитными замазками.

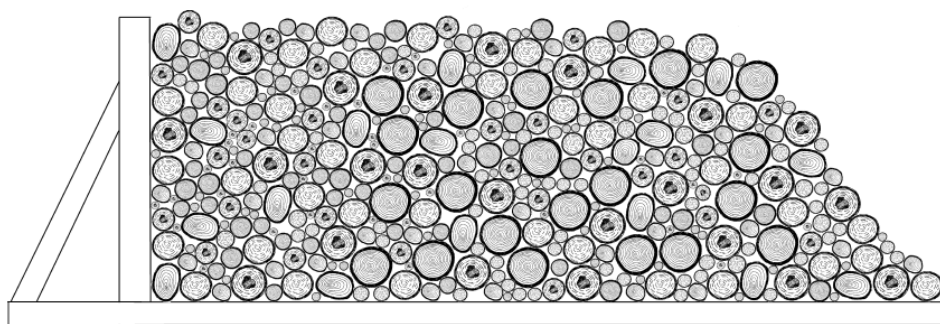


Рис. 121

Плотная укладка лесоматериалов в штабеле при хранении влажным способом

При необходимости и технической возможности при влажном хранении может быть организовано дождевание: по штабелям проводится система трубок с форсунками, периодически разбрызгивающими воду в течение всего периода хранения.

Разновидностью влажного хранения является хранение лесоматериалов в воде (в бассейнах, реках и т. д.). Короткие сортименты можно хранить в замороженном виде: зимой штабеля засыпают снегом (льдом) и укрывают для предотвращения быстрого таяния.

При организации хранения круглых лесоматериалов по сухому способу, наоборот, обязательно полное удаление коры (окорка) и разреженная (с большим зазором, послойно перпендикулярно друг другу) укладка в штабелях (рис. 122).

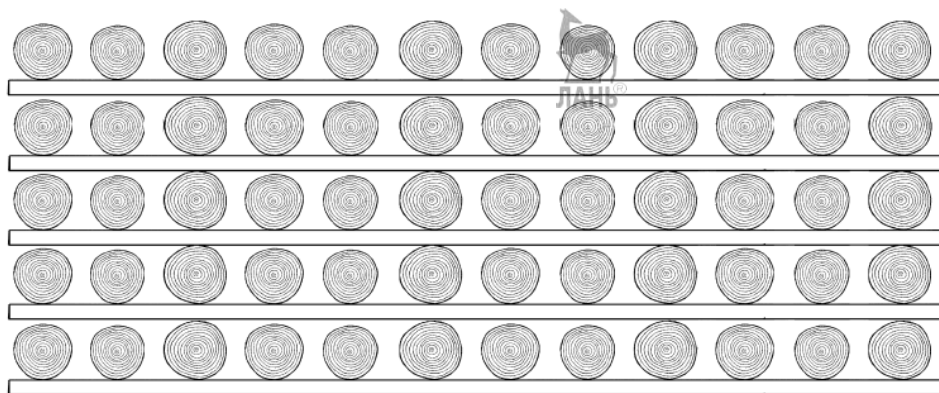


Рис. 122

Разреженная укладка окорённых лесоматериалов в штабеле при хранении сухим способом

Требования к качеству основных сортиментов круглых лесоматериалов хвойных пород приводятся в ГОСТ 9463-2016, а лиственных пород — в ГОСТ 9462-2016. Данные стандарты в зависимости от качества древесины устанавливают четыре сорта (I, II, III и IV), но для отдельных сортиментов количество сортов может быть меньшим. К сожалению, данные стандарты не лишены ряда ошибок и неточностей.

Существуют отдельные стандарты для экспортных круглых лесоматериалов: ГОСТ 22296-89 на балансы для экспорта, ГОСТ 22297-76 на стойки рудничные хвойных пород, ГОСТ 22298-76 на брёвна пиловочные хвойных пород и ГОСТ 22299-76 на брёвна пиловочные лиственных пород. По качеству древесины ГОСТ 22296-89 и ГОСТ 22299-76 разделяют лесоматериалы на два сорта (I и II), а ГОСТ 22298-76 — на три сорта (I, II и III). Требования к некоторым менее распространённым круглым лесоматериалам — рудничной стойке, карандашным брёвнам, палубным, судостроительным и авиационным брёвнам, резонансным брёвнам, шпальным брёвнам, лыжным и ружейным (ложевым) брёвнам, и т. д., можно найти в ГОСТ 9462-88 и 9463-88, которые на сегодняшний день не являются действующими стандартами.

Требования к качеству дров приведены в ГОСТ 3243-88, а к сырью древесному — в ГОСТ 24260-80 (для пиролиза и углежжения) и ГОСТ 8440-74 (для производства угля специального назначения).

Основные требования к круглым лесоматериалам в соответствии с ГОСТ 9462-2016 и ГОСТ 9463-2016

В данных стандартах приводятся общие характеристики круглых лесоматериалов различных сортов.

I сорт представляет собой первоклассные круглые лесоматериалы. Они в основном состоят из комлевых бревён с чистой древесиной, без пороков или с минимальными дефектами и с минимальными ограничениями по использованию.

II сорт — это круглые лесоматериалы среднего и выше среднего качества без специальных требований к чистой древесине. Сучки в них допускаются в такой степени, какая является средней для каждой породы.

III сорт — круглые лесоматериалы среднего и ниже среднего качества. В них допускаются все характеристики качества, незначительно снижающие обычные свойства древесины.

IV сорт — круглые лесоматериалы, которые по своим характеристикам не соответствуют I, II или III сортам, но которые могут быть распилены или использованы в качестве балансов.

Данными стандартами оговариваются следующие виды сортиментов.

Пиловочник (брёвна пиловочные) — лесоматериалы, предназначенные для получения продольным пилением различных пиломатериалов.

Фанерное бревно — лесоматериалы, предназначенные для производства шпона.

Балансы — лесоматериалы, предназначенные для производства щепы, целлюлозы, древесной массы.

Строительное бревно — лесоматериалы, предназначенные для получения продольным пилением различных пиломатериалов.

Подтоварник — лесоматериалы, предназначенные для получения продольным пилением различных пиломатериалов.

Бревно для столбов и свай — лесоматериалы, предназначенные для получения продольным пилением различных пиломатериалов.

Рудничная стойка — лесоматериалы, предназначенные для получения продольным пилением различных пиломатериалов.

Данные стандарты оговаривают, что по согласованию с потребителем могут выпускаться иные сортименты с особыми требованиями к размерам и качеству древесины. Их названия устанавливаются по ГОСТ 17462-84. Требования к породам древесины, размерам, сортности, технические требования устанавливаются в договоре на поставку.

К таким сортиментам относятся: авиационное бревно, карандашное бревно, тарное бревно, клёпочное бревно, резонансное бревно, судостроительное бревно, палубное бревно, спичечное бревно. Специфичные требования, предъявляемые обычно к этим сортиментам, можно найти в ГОСТ 9462-88 и ГОСТ 9463-88.

В соответствии с требованиями ГОСТ 9462-2016 и ГОСТ 9463-2016 у всех сортиментов не допускается наружная трухлявая гниль, одновременное наличие заболонной и ядровой гнили.

Сучья должны быть срезаны (обрублены) вровень с поверхностью неокорённого бревна. Высота обрубленных сучков допускается не более 2 см от поверхности неокорённого бревна. Козырьки в брёвнах пиловочных и в балансах не допускаются. Скос пропила допускается в пределах припуска по длине при условии сохранения его минимального значения; в балансах скос пропила не нормируется. Инородные включения, обнаруживаемые при визуальном осмотре круглых лесоматериалов, должны быть удалены.

Пороки древесины (по ГОСТ 2140-81), не указанные в ГОСТ 9462-2016 и ГОСТ 9463-2016, допускаются.

Пиловочник, балансы, брёвна для столбов и свай, строительные брёвна и подтоварник, рудничная стойка, поставляемые в долготье, должны иметь припуск по длине от 0,03 м до 0,05 м; фанерное бревно в долготье — от 0,02 м до

0,05 м на каждый чурак. При этом фактическая длина бревна может быть больше номинальной длины вместе с припуском на 0,05 м.

Для балансов, поставляемых в чураках, припуск по длине не устанавливается. Предельное отклонение от номинального размера по длине таких балансов $\pm 0,02$ м.

В качестве пиловочника в соответствии с требованиями ГОСТ 9462-2016 могут использоваться все лиственные породы, кроме дуба, бука, ясеня, ильма, клёна и граба. Это одна из очевидных ошибок ГОСТ 9462-2016. Из древесины дуба, бука, ясеня, ильма, клёна и граба могут изготавливаться и изготавливаются различные пиломатериалы, но в отличие от пиловочника остальных пород, длина которого составляет 3,0–6,5 м с градацией по длине 0,25 м, длина таких брёвен может быть от 1,0 м до 6,0 м с градацией по длине 0,1 м.

В качестве пиловочника в соответствии с требованиями ГОСТ 9463-2016 может использоваться сосна, ель, пихта, лиственница и кедр (сосна кедровая); длина 3,0–6,5 м с градацией по длине 0,25 м.

Пиловочник должен иметь толщину (диаметр в верхнем торце без коры) 14 см и более; он может быть I–IV сорта.

Фанерные брёвна в соответствии с ГОСТ 9462-2016 и ГОСТ 9463-2016 могут изготавливаться из древесины всех лиственных и хвойных пород.

Фанерные брёвна должны иметь толщину (диаметр в верхнем торце без коры) 16 см и более. Они могут быть I–II сорта для лиственных пород и I–III для хвойных пород.

Длина фанерных брёвен лиственных пород должна быть 1,3, 1,6, хвойных — 1,3, 1,6, 1,91, 2,23 или 2,54 м и кратной этим значениям.

Балансы в соответствии с требованиями ГОСТ 9462-2016 и ГОСТ 9463-2016 могут изготавливаться из древесины берёзы, осины, тополя, ольхи и всех хвойных пород.

Балансы должны иметь толщину (диаметр в верхнем торце без коры) 6 см и более. Длина балансов от 2,0 до 6,5 м с градацией по длине 0,25 м, но по согласованию с потребителем допускается изготовление балансов любой длины от 0,75 м до 6,5 м. Балансы могут быть I–IV сорта.

Диаметр сучков и пасынка в балансах не нормируется. В балансах дополнительно не допускается обугленность. В балансах для целлюлозы на химическую переработку не допускаются гнили и табачные сучки.

Строительные брёвна и подтоварник могут изготавливаться из всех хвойных и лиственных пород. Толщина строительных брёвен должна быть от 12 до 24 см для лиственных пород и от 16 до 24 см для хвойных пород; толщина подтоварника любых пород — от 6 до 13 см.

Строительные брёвна и подтоварник должны иметь длину от 3,0 до 6,55 м с градацией по длине 0,55 м. Строительные брёвна и подтоварник могут изготавливаться II и III сорта.

Рудничная стойка может изготавливаться I–III сорта из всех хвойных пород. Толщина строительных брёвен должна быть от 7 до 24 см. Рудничная стойка должна иметь длину от 4,0 до 6,55 м с градацией по длине 0,55 м.

Брёвна для столбов и свай могут изготавливаться I–III сорта из сосны, лиственницы, ели и пихты. Толщина бревён для столбов должна быть от 16 до 24 см, для свай — от 22 до 34 см. Брёвна для столбов и свай изготавливаются длиной 4,5; 6,5; 8,5; 9,5; 11,0 и 13,0 м.

По согласованию с потребителем допускается изготовление различных сортиментов с иными размерами.

Маркировка круглых лесоматериалов по ГОСТ 2292-88 производится по согласованию с потребителем.

Основные требования к дровам в соответствии с ГОСТ 3243-88

Дрова заготавливают из древесины хвойных и лиственных пород, как в коре, так и без коры для использования в качестве топлива.

В зависимости от теплотворной способности породы разделяются на три группы. К первой группе относятся породы с более плотной древесиной — берёза, бук, ясень, граб, ильм, вяз, дуб, клён, лиственница; ко второй группе — сосна и ольха; к третьей группе — породы с более лёгкой древесиной: ель, кедр, пихта, осина, липа, тополь, ива.

Дрова могут быть однородными, если они изготавливаются из древесных пород одной группы, и смешанными, если изготавливаются из древесных пород разных групп.

Дрова должны иметь толщину от 3 см, длину 0,25, 0,33, 0,50, 0,75, 1,0 м и кратные значения с отклонением по длине $\pm 2,0$ см (для дров кратных длин отклонения по длине устанавливаются от -5 до $+10$ см).

Дрова длиной 1 м и менее и толщиной 16–26 см должны быть расколоты на две части, толщиной 28–40 см на четыре части, толщиной 42 см и более на количество частей, при котором длина раскола по торцу любой части не превышала бы 22 см.

В дровах не допускаются наружная трухлявая гниль. Ядровая и заболонная гнили допускаются размером не более 65% от площади торца. При этом, количество дров с гнилью от 30 до 65% площади торца не должно превышать 20% объёма партии. Сучья должны быть обрублены и не выступать над поверхностью ствола более 3 см. Остальные пороки допускаются.

Основные требования к сырью для углежжения и пиролиза в соответствии с ГОСТ 24260-80 и ГОСТ 8440-74

Данное сырьё предназначено для получения древесного угля различного назначения и побочной продукции.

В соответствии с требованиями ГОСТ 24260-80 сырьё древесное для пиролиза и углежжения заготавливают из древесины хвойных и лиственных пород как в коре, так и без коры.

Породы разделяются на три группы для углежжения и две группы для пиролиза. К первой группе сырья для пиролиза и углежжения относятся берёза, бук, ясень, граб, ильм, вяз, дуб, клён. Ко второй группе для пиролиза и к третьей группе для углежжения относятся осина, ольха, липа, тополь, ива. Ко второй группе для углежжения относятся сосна, ель, кедр, пихта, лиственница.

Сырьё для пиролиза и углежжения должно иметь толщину от 3 до 18 см, причем количество лесоматериалов толщиной от 3 до 6 см не должно превышать 10% от объёма партии.

Длина сырья для пиролиза должна быть от 1,0 м с градацией по длине 1,0 м; сырьё для углежжения производится длиной 0,75, 1,0, 1,25 м и кратной длины; отклонение по длине не должно превышать $\pm 3,0$ см.

Древесное сырьё длиной более 1 м поставляют только в круглом виде; длиной 1 м и менее — допускается поставлять в расколотом виде.

В сырьё для пиролиза и углежжения не допускается наружная трухлявая гниль. Ядровая и заболонная гнили допускаются в сырьё для пиролиза размером не более 3% от площади торца с выходом на один или оба торца, в сырьё для углежжения — не более 15% в круглых и не более 3% в колотых лесоматериалах. Сучья должны быть обрублены и не выступать над поверхностью ствола более 2 см. Остальные пороки допускаются.

Количество сырья определяют поштучным или групповым измерением; толщина неокорённых лесоматериалов измеряется в коре. При групповом объёме складочный объём обязательно пересчитывается в плотный с использованием коэффициентов полндревесности дров.

Пересчёт объёма партии древесного сырья, выраженного в массе (тоннах), в плотную меру (м^3) производят умножением массы сырья каждой породы в отдельности на соответствующий переводной коэффициент, приведённый в стандарте, с учётом влажности древесины.

Сырьё древесное для производства угля специального назначения изготавливают в соответствии с требованиями ГОСТ 8440-74 (переиздание 1998 г.) заготавливают из древесины липы, ольхи, ивы, крушины и лещины (по согласованию — берёзы) в период сокодвижения (липы — круглогодично). Заготовка сырья из сучьев и сухостойных деревьев не допускается.

Сырьё из липы, ольхи, ивы и берёзы должно иметь толщину от 8 до 20 см и длину от 0,5 до 4,0 м с градацией по длине 0,255 м. Сырьё из крушины и лещины должно иметь толщину от 1 см и длину от 0,5 м с градацией по длине 0,25 м. Для сырья длиной более 2,0 м допускается отклонение по длине от $-0,01$ до $+0,10$ м.

В сырьё не допускаются гниль, табачные сучки, червоточина и загрязнение сырья различными минеральными примесями, замазка и побелка торцов. У берёзы не допускаются наросты. Кривизна допускается не более 5%. Сухобокость допускается не более $1/10$ диаметра в месте повреждения. Сучья должны быть обрублены вровень с поверхностью ствола.

Сырьё должно быть окорено с полным удалением коры.

Количество сырья из древесины липы, ольхи, ивы, берёзы определяют обычными методами. Количество сырья из древесины крушины и лещины определяют по массе.

Массу сырья взвешивают с погрешностью не более 1 кг и пересчитывают на массу при влажности 25% по формуле

$$m_{25} = m \cdot \frac{125}{100 + W}. \quad (72)$$

Маркировка круглых лесоматериалов

Как указывалось выше, вопросы, связанные с маркировкой круглых лесоматериалов в настоящее время рассматриваются различными нормативными документами и подразумевают совершенно разные стороны маркировки.

В главе 2.1 Лесного кодекса РФ рассматриваются вопросы учёта и маркировки древесины, полученной при использовании лесов, при осуществлении мероприятий по охране, защите и воспроизводству лесов.

Эта маркировка наносится на каждое бревно в виде специальной бирки, этикетки или ярлыка, содержащих закодированные условные обозначения, и предназначена для учёта, контроля и отслеживания перемещения заготовленной древесины (в настоящее время только дуба, бука и ясеня) с помощью автоматизированных информационных систем. Информация с такой маркировки должна считываться специальными современными техническими средствами.

В ГОСТ 9462-2016 и ГОСТ 9463-2016 предусмотрена давно использующаяся маркировка круглых лесоматериалов по ГОСТ 2292-88, содержащая информацию о сорте и толщине круглых лесоматериалов. В соответствии с требованиями ГОСТов данная маркировка производится по согласованию с потребителем.

По ГОСТ 2292-88 маркировке подлежат круглые лесоматериалы толщиной 14 см и более.

Этой маркировке не подлежат круглые лесоматериалы длиной до 2 м включительно независимо от толщины (за исключением лесоматериалов, предназначенных для выработки авиационных пиломатериалов, лыжных и ложевых заготовок, кряжей для лущения и строгания, лесоматериалов ценных лиственных пород), а также балансы, рудничная стойка и дрова. Допускается поштучно не маркировать лесоматериалы, объём которых определяется групповыми методами, а также поставляемые плотовым и молевым сплавом.

Данная маркировка должна содержать обозначение общего сорта и толщины лесоматериалов, а если нормативно-технические документы устанавливают только один сорт лесоматериалов — то только обозначение толщины. Сорт обозначается арабскими или римскими цифрами: 1 или I — первый сорт, 2 или II — второй сорт и 3 или III — третий сорт. Толщина обозначается последней цифрой номинального диаметра арабскими цифрами; например, толщина 18, 28, 38, 48 и т. д. будет обозначаться цифрой 8; толщина 20, 30, 40 и т. д. будет обозначаться цифрой 0 (рис. 123).

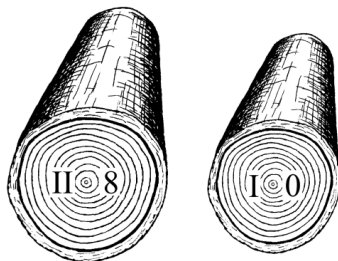


Рис. 123

Примеры маркировки бревна II сорта толщиной 38 см и бревна I сорта толщиной 30 см

Такая маркировка наносится на верхние торцы лесоматериалов в пунктах их производства любыми средствами, обеспечивающими сохранность маркировки до получения лесоматериалов потребителем.

Приёмка круглых лесоматериалов

Вопросы обмера, определения объёмов и учёта лесоматериалов могут возникать на различных этапах движения товара: непосредственно при заготовке, при поступлении на склад, при отгрузке, при промежуточном, например таможенном, контроле, при получении конечным потребителем. Особой и важной стороной учёта лесоматериалов является контроль их количества и качества и приёмка.

Лесоматериалы предъявляют к приёмке партиями. В соответствии с ГОСТ 2292-88 партией считается любое количество лесоматериалов одного назначения, оформленное одним документом о качестве.

Документ о качестве должен содержать: наименование ведомства или организации, в систему которых входит предприятие-поставщик; наименование предприятия-поставщика и его местонахождение; номер пакетов или сплотовых единиц; назначение лесоматериалов, древесную породу, размеры, количество (в штуках и кубических метрах) и сорта лесоматериалов по каждому пакету (пучку), при их наличии, и в целом по партии лесоматериалов; обозначение используемого стандарта. При групповом определении объёма лесоматериалов количество бревён, не подлежащих поштучному измерению и учёту, не указывают.

Объём и качество лесоматериалов, измеряемых поштучно, проверяют выборочным контролем. По согласованию поставщика (грузоотправителя) с потребителем или по требованию последнего применяют сплошной контроль объёма и качества круглых лесоматериалов. Выборочный контроль объёма и качества лесоматериалов. Группы диаметров, приведённые в таблицах 20 и 21, устанавливают в зависимости от диапазона толщин лесоматериалов в партии по таблице 19. Лесоматериалы, отличающиеся диапазоном толщины от указанных группировок, относят к группе с наиболее близким диапазоном толщин.

Таблица 19

Группа диаметров	Диапазон толщин, см
А	6–18, 12–24, 16–44, 20–32, 22–36, 26–54
Б	6–24, 10–34, 14–44, 16–54, 26–64
В	10–44, 14–60, 16–64, 26–74
Г	10–54, 14–74

Количество лесоматериалов в выборке устанавливается в зависимости от объёма партии и группы диаметров лесоматериалов в соответствии с таблицей 20 при транспортировании сухопутным транспортом и по таблице 21 при транспортировании водным транспортом.

Таблица 20

Количество лесоматериалов (по документам) в партиях по группам диаметров, тыс. шт.				Объём выборки, %, не менее	Интервал отбора единиц в выборку, шт.
А	Б	В	Г		
0,3–0,5	0,45–0,75	0,6–1,2	0,8–1,7	50,0	2
0,6–1,0	0,8–1,4	1,3–2,5	1,8–3,5	40,0	2 и 3
1,1–1,6	1,5–2,3	2,6–4,3	3,6–6,0	33,3	3
1,7–2,4	2,4–3,6	4,4–6,7	6,1–9,5	25,0	4
2,5–3,3	3,7–5,3	6,8–9,7	9,6–14,0	20,0	5
3,4–4,4	5,4–7,3	9,8–13,2	14,1–19,5	16,7	6
4,5–5,6	7,4–9,7	13,3–17,3	19,6–26,0	14,3	7
5,7–7,0	9,8–12,4	17,4–21,9	26,1–33,5	12,5	8
7,1–8,5	12,5–15,5	22,0–27,0	33,6–42,0	11,1	9
8,6–19,0	15,6–35,0	27,1–61,0	42,1–90,0	10,0	10
19,1–32,0	35,1–59,0	61,1–95,0	90,1–125,0	6,7	15
32,1–49,0	59,1–84,0	95,1–120,0	125,1–158,0	5,0	20
49,1–80,0	84,1–120,0	120,1–160,0	158,1–210,0	4,0	25
80,1 и более	120,1 и более	160,1 и более	210,1 и более	3,0	33

Таблица 21

Количество лесоматериалов (по документам) в партиях по группам диаметров, тыс. шт.				Объём выборки, %, не менее	Интервал отбора единиц в выборку, шт.
А	Б	В	Г		
0,1–0,2	0,15–0,25	0,2–0,3	0,3–0,5	50,0	2
0,3–0,4	0,3–0,5	0,4–0,7	0,6–0,9	40,0	2 и 3
0,5–0,6	0,6–0,8	0,8–1,1	1,0–1,5	33,3	3
0,7–0,9	0,9–1,2	1,2–1,7	1,6–2,2	25,0	4
1,0–1,2	1,3–1,7	1,8–2,3	2,3–3,1	20,0	5
1,3–1,6	1,8–2,3	2,4–3,1	3,2–4,0	16,7	6
1,7–2,0	2,4–2,9	3,2–4,0	4,1–5,1	14,3	7
2,1–2,5	3,0–3,6	4,1–5,0	5,2–9,0	12,5	8
2,6–3,0	3,7–5,0	5,1–9,0	9,1–16,0	11,1	9
3,1–5,0	5,1–9,0	9,1–16,0	16,1–25,0	10,0	10
5,1–9,0	9,1–16,0	16,1–25,0	25,1–35,0	6,7	15
9,1–16,0	16,1–25,0	25,1–35,0	35,1–50,0	5,0	20
16,1–25,0	25,1–35,0	35,1–50,0	50,1–65,0	4,0	25
25,1 и более	35,1 и более	50,1 и более	65,1 и более	3,0	33

Для партии, количество лесоматериалов в которой меньше, чем указано в таблицах 20 и 21, применяют сплошной контроль.

Отбор лесоматериалов в выборку производят через интервалы, указанные в таблицах 20 и 21, в зависимости от объёма выборки. Например, при отборе 10% лесоматериалов от партии берут каждую 10-ю единицу; при отборе 5% — каждую 20-ю. Если отбирают 40% лесоматериалов от партии, то, чередуя интервалы 2 и 3, берут каждую вторую, пятую, седьмую, десятую и т. д. единицы.

Допускается отбор лесоматериалов в выборку в пакетах, пачках или пучках через установленные в таблицах 20 и 21 интервалы, если объём партии обеспечивает отбор пакетов, пачек, пучков при поставке автомобильным и железнодорожным транспортом — не менее 10, при поставке в судах и плотках — не менее 4. Отсчёт интервалов для установления единиц (отдельных лесоматериалов, пакетов, пачек, пучков), попадающих в выборку, может быть начат с любой единицы в пределах установленного интервала.

При поставке в плотках допускается отбор лесоматериалов, пучков и пачек в выборку без установленных интервалов. При наличии в партии лесоматериалов разной длины их отбор производят отдельно по каждой длине.

Объём партии лесоматериалов при выборочном контроле устанавливают для каждой длины лесоматериалов: при поштучном отборе лесоматериалов в выборку — умножением среднего объёма штуки лесоматериалов выборки на фактическое количество штук лесоматериалов в партии; при отборе лесоматериалов в выборку пакетами или пучками — умножением фактического объёма лесоматериалов выборки на отношение объёма партии к объёму выборки, подсчитанным по данным сопроводительных документов.

Объём бревна и партии лесоматериалов ценных пород с поштучной маркировкой вычисляют автоматически портативным терминалом или другими электронными средствами. Учёт и контроль этих лесоматериалов производят путём считывания сканером и визуальными показателями, внесённых на бирку или торец бревна (в случае нанесения поштучной номерной маркировки краской или другими средствами) и в терминал в пунктах маркировки, а также данных о лесоматериалах, внесённых в информационную сеть.

Проверка объёма и качества лесоматериалов, измеряемых в складочной мере осуществляется определением объёма лесоматериалов в штабелях в соответствии с принятыми методами.

Для проверки качества из однородной партии отбирают выборку, состоящую из 300 шт. лесоматериалов. Лесоматериалы в выборку отбирают равномерно из разных мест партии. Однородной считается партия лесоматериалов одной длины. В партиях, содержащих менее 600 шт. лесоматериалов, проверку качества производят поштучно. Качество партии лесоматериалов при выборочном контроле определяют установлением фактического качества каждого бревна в выборке. Результаты контроля распространяют на всю партию.

При выборочном контроле партию принимают, если количество лесоматериалов, не удовлетворяющих требованиям нормативно-технической документации, не превышает 3% при поставке сухопутными видами транспорта и в судах и 5% — при поставке сплавом.

ГОСТ 32594-2013 предусматривает более сложную методику оценки соответствия количества лесоматериалов. Для этого вводится ряд специальных терминов:

– *рабочий метод измерения объёма*. Экономичный метод массовых измерений объёма круглых лесоматериалов, применяемый при производственном учёте, торговых и таможенных операциях, обеспечивающий измерение с установленной погрешностью;

– *опорный метод измерения объёма*. Более точный относительно рабочих методов метод измерения объёма, основанный на учёте сбега каждого бревна, применяемый при выборочных измерениях для установления погрешности рабочих методов и корректировки их систематической погрешности;

– *приписанная погрешность измерений*. Предельная погрешность в процентах конкретного рабочего метода измерений, установленная относительно результата измерения опорным методом, приписываемая любому результату измерения рабочим методом объёма партии круглых лесоматериалов;

– *условия воспроизводимости*. Условия, при которых результаты повторных измерений объёма конкретной партии круглых лесоматериалов получают одним и тем же методом, измерения проводят на одной и той же совокупности бревён, в разных местах, разными учётчиками с использованием разных средств измерений;

– *предельная погрешность измерений в условиях воспроизводимости (пределы воспроизводимости)*. Максимально допустимая разница между двумя единичными результатами измерений объёма конкретной партии. В этот диапазон с доверительной вероятностью 95% должна укладываться разница в результатах двух последовательных измерений одной и той же партии круглых лесоматериалов в условиях воспроизводимости.

Пределы приписанной относительной погрешности определения объёма древесины партии бревён, измеренных поштучным методом по таблицам ГОСТ 2708-75 составляют $\pm 8\%$ с вероятностью 0,95, измеренных методом верхнего диаметра и сбега как функции верхнего диаметра составляют $\pm 5\%$ с вероятностью 0,95.

Пределы приписанной относительной погрешности определения объёма древесины партии бревён, измеренных поштучным секционным методом, методом срединного сечения, методом верхнего диаметра и среднего сбега, методом концевых сечений и методом усечённого конуса, составляют $\pm 3\%$ с вероятностью 0,95.

Пределы приписанной относительной погрешности определения плотного объёма партии бревён, измеренных групповыми методами, составляют $\pm 5\%$ с вероятностью 0,95.

Пределы приписанной относительной погрешности измерения объёма партии бревён при сдаче–приёмке (пределы воспроизводимости), в условиях воспроизводимости (т. е. при повторных измерениях, например, покупателем после продавца) составляют $\pm 3\%$ с вероятностью 0,95.

Результаты выполнения первичных измерений размеров бревён и штабелей и определения объёма партии бревён должны базироваться на: вычисленном плотном объёме партии; приписанной характеристике погрешности измерений (относительной погрешности в %) в соответствии с методами измерения; вычисленной абсолютной погрешности (в м³), выраженной двумя значащими цифрами с учётом округления цифр меньшего разряда; заданной вероятности P .

Например, для суммарного объёма бревён партии, определённого с применением таблиц ГОСТ 2708-75, в количестве 88,43 м³ приписанная относи-

тельная погрешность составит $\pm 8\%$, вычисленная абсолютная погрешность составит $\pm 7,07 \text{ м}^3$ ($88,43 \times 8:100$). Результат вычисления объёма партии следует записывать: $V = 88,4 \pm 7,1 \text{ м}^3$ при $P = 0,95$.

Результат выполнения повторных измерений (например, при сдаче–приёмке партии бревён продавцом покупателю) объёма товарных партий круглых лесоматериалов должен базироваться на: вычисленном плотном объёме партии; предельной относительной приписанной погрешности воспроизводимости результатов; вычисленной абсолютной разности между результатами измерений партии продавцом и покупателем; вычисленной относительной разнице между результатами измерений партии продавцом и покупателем; заданной вероятности P .

Относительная разница R в %, между результатами первичного и повторного измерений партии вычисляется по формуле

$$R = \frac{2 \cdot (V_1 - V_2)}{V_1 + V_2} \cdot 100, \quad (73)$$

где V_1 — результат первичного измерения объёма партии круглых лесоматериалов (например, продавцом), м^3 ; V_2 — результат повторного измерения той же партии (например, покупателем), м^3 .

Результат вычисления R округляют до первого знака после запятой.

Если полученная относительная разница R меньше относительной приписанной погрешности воспроизводимости (меньше 3%), первичный и повторный результаты измерений объёма партии признаются равнозначными, а абсолютная разница допустимой.

Если относительная разница между двумя результатами измерений приписанной погрешности воспроизводимости больше 3%, результаты измерений признаются неравнозначными. Выясняются причины существенных различий между ними и по возможности эти причины устраняются.

По согласию продавца и покупателя либо по требованию одной из сторон в этих случаях производится контрольный учёт партии круглых лесоматериалов. Измерения объёма партии выполняют либо представители обеих сторон, либо специалисты независимой экспертной организации. За результат измерения объёма партии принимают согласованный результат контрольного учёта.

Например, при первичном измерении вычисленный объём партии бревён составил $167,8 \text{ м}^3$, при повторном — $163,3 \text{ м}^3$. Абсолютная разность между результатами измерений равна $4,5 \text{ м}^3$. Относительная разница, в %, между результатами измерений составляет 2,7%. Относительная разница ($R = 2,7\%$) меньше относительной приписанной погрешности воспроизводимости, равной 3%, поэтому оба результата с вероятностью 95% признаются равнозначными. Повторный учёт подтвердил достоверность первичного учёта. По согласию сторон за достоверный результат принимается результат измерений одной из сторон.

5.7. Пиломатериалы

Пиломатериалы — пилопродукция, получаемая продольным раскроем бревён или их частей, имеющая, как минимум, две плоскопараллельные пласти, определённые размеры и качество.

Современные технологии переработки древесины позволяют получать пилопродукцию не обязательно пилением древесины, что делают термины «пилопродукция», «пиломатериалы», «распиловка» и т. д. несколько условными.

Кроме того, бруски, доски или брусья могут быть получены не только делением, но и склеиванием, как цельной древесины, так и шпона. При этом определение качества массивной клееной древесины может производиться по нормативным документам на соответствующие пиломатериалы. Формально данные виды товара относятся не к пилопродукции, а к клееной древесине.

В пиломатериалах различают следующие поверхности: пласт, кромку, торец, рёбра (рис. 124).

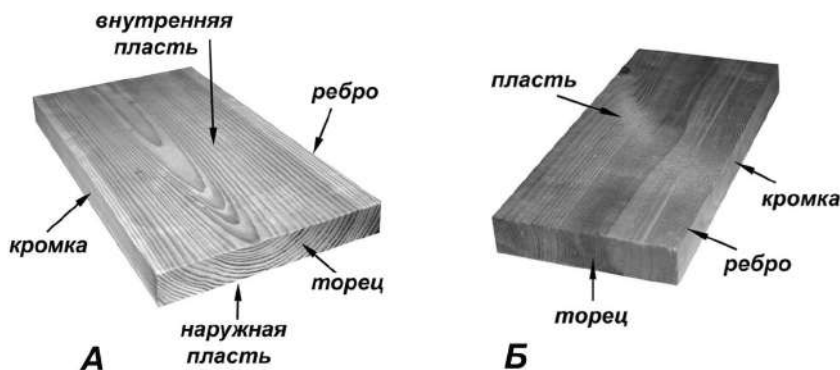


Рис. 124

Поверхности пиломатериалов:

А — тангенциальной распиловки; Б — радиальной распиловки.

Пласт пиломатериала — любая из двух противоположных более широких продольных поверхностей пиломатериала, а также любая продольная поверхность пиломатериала с квадратным сечением. Пласт пиломатериала, расположенная ближе к сердцевине бревна, называется внутренней, а более отдалённая от сердцевины — наружной.

Кромка пиломатериала — любая из двух противоположных более узких продольных поверхностей пиломатериала. *Торец пиломатериала* — концевое поперечное сечение пиломатериала. *Ребро пиломатериала* — линия пересечения двух смежных поверхностей пиломатериалов.

Определение сорта пиломатериалов должно производиться по худшей пласти. Худшей пластью пиломатериала считается пласт с наибольшим количеством сортоопределяющих пороков древесины и наибольшими их размерами или с худшим качеством обработки.

Объём пиломатериалов определяется по номинальным размерам, установленным нормативно-технической документацией при заданной влажности

древесины. Соответствие номинальным размерам определяется по результатам измерений фактических размеров: толщины (расстояния между пластинами), ширины (расстояния между кромками) и длины (кратчайшее расстояние между торцами), с учётом допустимых отклонений по нормативным документам и поправок на влажность по ГОСТ 6782.1-75 или ГОСТ 6782.2-75.

При изготовлении пиломатериалов важным показателем является распиловочный размер, отличающийся от номинального размера припуском на усушку.

Распиловка бревна на пилопродукцию может осуществляться различными способами: развальным, брусово-развальным (рис. 125), параллельно образующей.

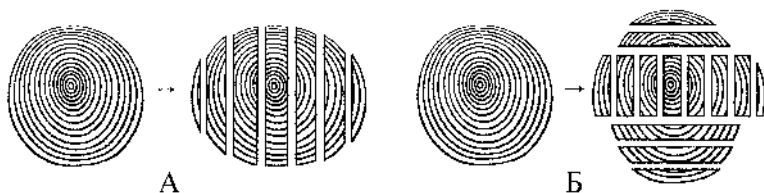


Рис. 125

Типы пиломатериалов по способу распиловки:

A — развальный способ распиловки; *B* — брусово-развальный способ распиловки.

По способу распиловки различают пиломатериалы радиальной распиловки, тангенциальной распиловки и смешанной (тангентально-радиальной) распиловки (рис. 126).

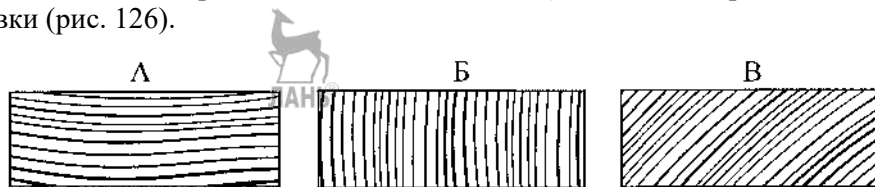


Рис. 126

Расположение годичных слоёв на поперечном разрезе в пилопродукции различной распиловки: *A* — тангенциальной; *B* — радиальной; *B* — смешанной.

В некоторых случаях характер распиловки имеет принципиальное значение, и партия составляется из пиломатериалов строго определённой распиловки. Так, резонансные пиломатериалы должны иметь радиальную распиловку; пиломатериалы для производства лыжных заготовок должны иметь тангенциальную распиловку. В большинстве случаев (пиломатериалы общего назначения, экспортные пиломатериалы и т. д.) партия формируется без сортировки пиломатериалов по типу распиловки.

По виду поперечного сечения пилопродукции различают: брус (толщиной и шириной 100 мм и более), брусек (толщиной и шириной до 100 мм), доску (толщиной до 100 мм и шириной более двойной толщины), горбыль (рис. 127).

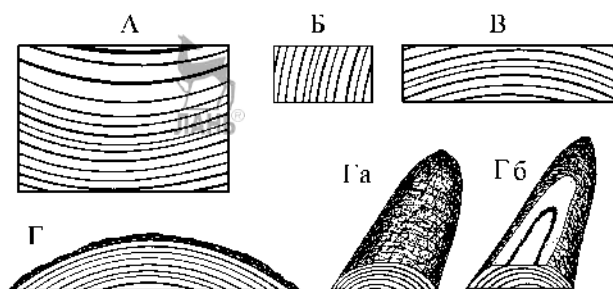


Рис. 127

Виды пилопродукции по поперечному сечению:

А — брус; Б — брусок; В — доска; Г — горбыль.

Горбыль определённых размеров и качества может быть деловым сортиментом, используемым в строительстве и для переработки на мелкую пилопродукцию; горбыли меньших размеров и худшего качества — отходы производства пиломатериалов.

Кроме этого, при продольной распиловке бревна на две части получают сортаменты, называемые пластинами, а при продольной распиловке пластин на две части получают четвертины.

По положению в бревне различают три вида пиломатериалов. Сердцевинная доска или брус выпиливается из центральной части бревна или бруса и включает сердцевину (рис. 128А). В центральных досках (брусках) один пропилен проходит по сердцевине (рис. 128Б). Боковые доски — любые доски, выпиленные из боковой части бревна и не содержащие сердцевину (рис. 128В).

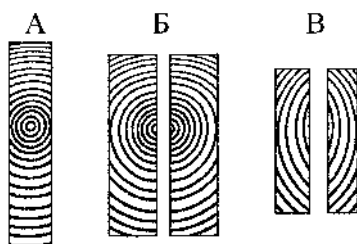


Рис. 128

Виды горбыля и типы пиломатериалов по положению в бревне:

А — сердцевинная доска; Б — центральные доски; В — боковые доски.

В зависимости от характера механической обработки древесины пиломатериалов различают: необрезной, обрезной, строганый и калиброванный пиломатериалы.

В необрезном пиломатериале кромки неопилены или частично опилены. Необрезной брус называется двухкантным брусом (рис. 129).

Если в пиломатериале опилена только одна из кромок, он называется односторонне-обрезным для досок и трёхкантным брусом.

В обрезном пиломатериале обе кромки опилены (обрезная доска, четырёхкантный брус). Обрезной пиломатериал может иметь частично не опилённые кромки в виде обзола.

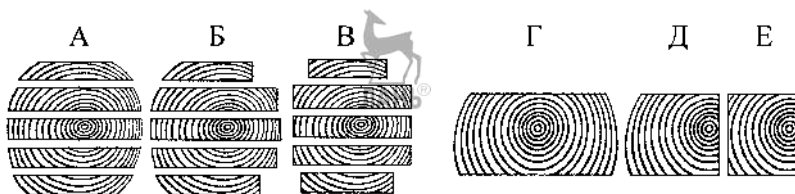


Рис. 129

Типы пиломатериалов по характеру обработки кромок:

А — необрезные доски; *Б* — односторонне-обрезные доски; *В* — обрезные доски; *Г* — двухкантный брус; *Д* — трёхкантный брус; *Е* — четырёхкантный брус.

При обработке строганием хотя бы одной пласти или обеих кромок пиломатериал называется строганым.

Калиброванным называется высушенный и обработанный до заданного размера пиломатериал.

При обработке поверхности заготовки часто профилируются: выбираются пазы, оставляются гребни, придаётся сложная форма поперечного сечения, позволяющие использовать пилопродукцию для устройства полов, стен, облицовки поверхностей и т. д.

После распиловки заготовленной древесины получают сырые пиломатериалы, имеющие влажность древесины более 22%. Обычно влажность древесины таких пиломатериалов близка к влажности срубленной древесины, и они называются пиломатериалами естественной влажности.

После камерной или атмосферной сушки пилопродукции, или при использовании для распиловки уже высушенной древесины, имеющей влажность не более 22%, пиломатериалы называются сухими.

В зависимости от назначения пилопродукция может быть различных видов. Наиболее распространены пиломатериалы общего назначения, предназначенные для использования в мебельной промышленности, строительстве и т. д. Конструкционные пиломатериалы — пиломатериалы с гарантированными показателями прочности для изготовления деталей несущих конструкций. Пиломатериалы, предназначенные для экспорта, называются экспортными. Кроме этого, по назначению различают авиационные и судостроительные пиломатериалы, клёпку (для производства бочек) и тарную пилопродукцию, резонансную, карандашную и паркетную пилопродукцию, шпалы и переводные брусья, обапол (горбыль, применяемый для крепления горных выработок), и т. д.

При производстве пилопродукции могут образовываться разнообразные отходы: рейки, обрезки, горбыль, опилки, стружка, отходы окорки, которые могут служить сырьём для производства других товаров.

Существует множество различных нормативных документов на различные виды пилопродукции.

Пилопродукция может изготавливаться из древесины хвойных и лиственных пород.

Определение сорта пилопродукции производится по худшей стороне (по худшей пласти или кромке). Общий сорт пиломатериала устанавливается по наихудшему сорту имеющихся пороков древесины.

Наиболее распространённым стандартом на пиломатериалы из древесины хвойных пород является ГОСТ 8486-86. По качеству древесины и качеству обработки доски и бруски, в соответствии с этим стандартом, разделяют на пять сортов (отборный, I, II, III и IV), а брусья — на четыре сорта (I, II, III и IV).

Пиломатериалы из древесины лиственных пород обычно изготавливают в соответствии с ГОСТ 2695-83, разделяющим пилопродукцию на три сорта (I, II и III).

Пиломатериалы хвойных пород северной сортровки, поставляемые для экспорта, могут изготавливаться в соответствии с ГОСТ 26002-83, а пиломатериалы хвойных пород черноморской сортровки, поставляемые для экспорта, изготавливаются в соответствии с ГОСТ 9302-83. По качеству данные пиломатериалы могут быть пяти сортов (I, II, III, IV и V), причем первые три сорта вместе составляют группу бессортных пиломатериалов.

Заготовки хвойных пород изготавливаются в соответствии с ГОСТ 9685-61 четырёх групп (1, 2, 3 и 4) по качеству, а заготовки лиственных пород в соответствии с ГОСТ 7897-83 — трёх сортов (I, II и III).

Детали и изделия деревянные для малоэтажных жилых и общественных зданий изготавливаются по ГОСТ 11047-90 с делением по качеству на три группы в зависимости от назначения и условий эксплуатации в конструкциях зданий.

Детали профильные из древесины и древесных материалов для строительства изготавливаются по ГОСТ 8242-88.

Шпалы и переводные брусья могут изготавливаться в соответствии со следующими стандартами: по ГОСТ 78-2004 и ГОСТ 8816-2003 шпалы и переводные брусья, соответственно, для железных дорог широкой колеи; по ГОСТ 8993-75 и ГОСТ 8992-75 шпалы и переводные брусья, соответственно, для железных дорог узкой колеи; по ГОСТ 22830-77 шпалы для метрополитена; по ГОСТ 9371-90 брусья переводные деревянные клееные для железных дорог широкой колеи; по ГОСТ 28469-90 шпалы и брусья деревянные клееные для трамвайных путей.

Требования к паркетной продукции устанавливаются ГОСТ 862.1-85 для штучного паркета, ГОСТ 862.2-85 для мозаичного паркета. ГОСТ 862.3-86 для паркетных досок и ГОСТ 862.4-87 для паркетных щитов.

Основным сортообразующим пороком для любой пилопродукции являются сучки. Помимо сучков реальное снижение качества пилопродукции может быть вызвано наличием обзола, покоробленностей и трещин усушки.

Изготовленные и рассортированные пиломатериалы обычно укладываются в пакеты в соответствии с требованиями ГОСТ 16369-96 и ГОСТ 19041-85.

Качество и размеры пиломатериалов в партии обычно проверяют при приёмке выборочным контролем в соответствии с ГОСТ 6564-84.

Пиломатериалы и заготовки принимают партиями.

Партией считают количество пиломатериалов или заготовок одного сорта (группы сортов), породы (группы пород) и одного назначения, оформленное одним документом о качестве.

Партией экспортных пиломатериалов или заготовок считают количество пиломатериалов или заготовок одного сорта (группы сортов), одной толщины,

одной ширины (группы ширин), одной породы, оформленное одним документом о качестве.

Под пиломатериалами и заготовками группы сортов понимают пиломатериалы и заготовки, которые допускается не рассортировывать на отдельные сорта и на которые установлена специальная цена в прейскуранте (например, бессортные пиломатериалы по ГОСТ 8486-86 и ГОСТ 26002-83).

Документ о качестве пиломатериалов, в соответствии с ГОСТ 6564-84, должен содержать: наименование предприятия-поставщика, его товарный знак, местонахождение (город или условный адрес); сорт (группу сортов) пиломатериалов (заготовок); размеры пиломатериалов (заготовок); породу древесины (группы пород); количество пиломатериалов (заготовок) в партии, в м³ и в штуках; обозначение используемого стандарта.

Качество и размеры пиломатериалов (заготовок) партии проверяют выборочным контролем. По согласованию поставщика (грузоотправителя) с потребителем или по требованию последнего применяют сплошной контроль качества и размеров пиломатериалов (заготовок) в партии.

При выборочном контроле качества и размеров выборку отбирают равномерно из разных мест партии. Объем выборки и приёмочные числа при контроле пиломатериалов или заготовок, предназначенных для нужд народного хозяйства, приведены в таблице 22.

Таблица 22

Количество пиломатериалов, шт.					
Объём партии	Объём выборки	Приёмочное число	Объём партии	Объём выборки	Приёмочное число
До 280	32	3	1201–3200	125	10
281–500	50	5	3201–10 000	200	14
501–1200	80	7	10 001–150 000	315	21

Для пиломатериалов и заготовок, поставляемых на экспорт, могут применяться одноступенчатый и двухступенчатый виды нормального или усиленного контроля. Усиленный контроль применяют по требованию потребителя или внешнеторгового объединения. При наличии особых, указанных в заказах-нарядах внешнеторговых объединений, требований к отдельным порокам, контроль проводят в соответствии с этими требованиями. Объем выборки и приёмочные числа при одноступенчатом контроле приведены в таблице 23.

Таблица 23

Количество пиломатериалов, шт.			
Объём партии	Объём выборки	Приёмочное число	
		нормальный контроль	усиленный контроль
До 280	32	3	2
281–500	50	5	3
501–1200	80	7	5
1201–3200	125	10	8
3201–10 000	200	14	12
10 001–150 000	315	21	18

Объём выборки и приёмочные числа при двухступенчатом контроле приведены в таблице 24.

Таблица 24

Объём партии	Количество пиломатериалов, шт.							
	Объём выборки		Приёмочное число					
	первой	второй	нормальный контроль			усиленный контроль		
			C_1	C_2	C_3	C_1	C_2	C_3
До 280	20	20	1	4	4	0	3	3
281–500	32	32	2	5	6	1	4	4
501–1200	50	50	3	7	8	2	5	6
1201–3200	80	80	5	9	12	3	7	11
3201–10 000	125	125	7	11	18	6	10	15
10 001–150 000	200	200	11	16	26	9	14	23

При одноступенчатом контроле партия пиломатериалов или заготовок считается удовлетворяющей требованиям нормативно-технической документации, если количество пиломатериалов в выборке, не отвечающих этим требованиям, меньше или равно приёмочному числу. Если количество таких пиломатериалов или заготовок в выборке больше приёмочного числа, то партию считают не удовлетворяющей требованиям нормативно-технической документации.

При двухступенчатом контроле по результатам проверки первой выборки партию пиломатериалов или заготовок считают удовлетворяющей требованиям нормативно-технической документации, если количество пиломатериалов или заготовок в выборке, не отвечающих этим требованиям, меньше или равно приёмочному числу C_1 .

Если количество пиломатериалов или заготовок, не удовлетворяющих требованиям нормативно-технической документации, в выборке равно или больше C_2 , то партию считают не удовлетворяющей требованиям нормативно-технической документации.

Если количество пиломатериалов или заготовок, не удовлетворяющих требованиям нормативно-технической документации, превышает число C_1 , но меньше числа C_2 , то отбирают вторую выборку. По результатам контроля второй выборки партию считают удовлетворяющей требованиям нормативно-технической документации, если количество пиломатериалов или заготовок, не соответствующих этим требованиям в двух выборках, меньше или равно числу C_3 . Если количество таких пиломатериалов или заготовок в двух выборках больше числа C_3 , то партию считают не удовлетворяющей требованиям нормативно-технической документации.

Для контроля шероховатости поверхности и влажности пиломатериалов или заготовок выборку берут из числа пиломатериалов или заготовок, отобранных для контроля качества и размеров методом систематического отбора в соответствии с ГОСТ 18321-73.

Для контроля шероховатости поверхности отбирают 10 пиломатериалов или заготовок.

Количество образцов для контроля влажности приведено в таблице 25.

Таблица 25

Объём партии	Количество пиломатериалов, шт.	
	Количество образцов	
	при определении влажности электровлагомером	при определении влажности сушильно-весовым методом
До 280	8	5
281–500	15	5
501–1200	36	10
1201–3200	50	10
3201–10 000	50	25
10 001–150 000	50	50

Влажность пиломатериалов или заготовок определяют по ГОСТ 16588-91 рабочим методом с помощью электровлагомеров (при влажности древесины пиломатериалов от 7 до 28%) или сушильно-весовым методом (при любой влажности пилопродукции).

Объём пиломатериалов и заготовок определяют по ГОСТ 5306-83 по номинальным размерам.

Фактические размеры пиломатериалов определяют следующим образом.

Длину определяют в метрах по наименьшему расстоянию между торцами пиломатериалов или заготовок с округлением до второго десятичного знака.

Толщину определяют в миллиметрах в любом месте длины пиломатериала или заготовки, но не ближе 150 мм от торца.

Ширину определяют в миллиметрах:

– у обрезных с параллельными кромками — в любом месте длины пиломатериала или заготовки, где нет обзола, но не ближе 150 мм от торца;

– у необрезных, односторонне обрезных — в середине длины пиломатериала или заготовки как полусумму ширин обеих пластей (без учёта коры и луба), причем доли до 5 мм не учитываются, доли 5 мм и более считаются за 10 мм;

– у обрезных с непараллельными кромками — в середине длины пиломатериала или заготовки на пласти, не содержащей обзола.

Контроль размеров осуществляют после определения влажности с учётом установленных используемыми нормативными документами максимальных допустимых отклонений и приводимой в таблицах ГОСТ 6782.1-75 и ГОСТ 6782.2-75 величины изменения размеров при соответствующем изменении влажности.

Маркировке подлежат пиломатериалы длиной от 1 м и более и заготовки всех длин. Маркировка пиломатериалов, поставляемых на экспорт, производится в соответствии с нормативно-технической документацией на продукцию.

На торец или пласть пиломатериалов или заготовки должна быть нанесена маркировка с указанием сорта пиломатериала или заготовки. Пиломатериалы и заготовки толщиной менее 25 мм маркируют полосами, толщиной 25 мм и более — точками. Обозначение сорта на торцах пиломатериалов толщиной 25 мм и более будет выглядеть следующим образом:

отборный сорт	первый сорт	второй сорт	третий сорт	четвертый сорт
—	•	••	•••	

Маркировка должна быть чёткой и наноситься несмываемой краской или мелком, стойким к смыванию.

Пиломатериалы и заготовки одного сорта, отгружаемые в пакетах, поштучно не маркируют. Маркировка пакетов производится в соответствии с ГОСТ 19041-85.

5.8. Шпон

Шпон — материал в виде тонких (толщиной от 0,4 до 6,5 мм) листов древесины. В зависимости от способа производства различают лущёный, строганный и пиленный шпон.

Лущёный шпон производят из фанерных бревён (фанерного кряжа) лущением на специальных станках. Закреплённый чурак вращается вокруг оси, а с его поверхности, постепенно приближающимся ножом станка, срезается тонкий слой древесины в виде непрерывной ленты шириной равной длине чурака (рис. 130). Лента разрезается на листы определённого размера, которые сушатся и укладываются в пачки. Обычно лущёный шпон производят из однородной по строению древесины, не обладающей красивой текстурой, и используют для производства фанеры, древесных слоистых пластиков, столярных плит, облицовки древесно-стружечных плит и т. д.

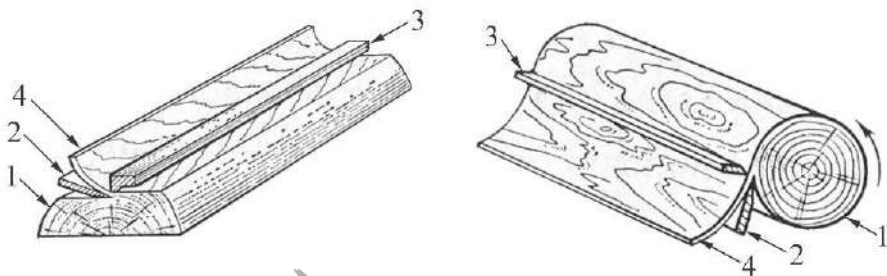


Рис. 130

Схема получения строганного (слева) и лущёного (справа) шпона:

1 — брус или чурак; 2 — нож; 3 — прижимная линейка или планка; 4 — шпон.

Лущёный шпон, выпускаемый в соответствии с ГОСТ 99-2016, может изготавливаться из древесины лиственных и хвойных пород в виде листов длиной от 800 мм до 3750 мм, шириной от 150 мм до 3750 мм и толщиной от 0,55 мм до 4 мм для лиственных пород и от 1,2 мм до 6,5 мм для хвойных пород; допускается изготовление шпона и других размеров. По качеству древесины шпон из древесины лиственных пород может быть пяти сортов: лучший сорт — Е (элита), и, по мере ухудшения качества, — I, II, III и IV сорта. Шпон из древесины хвойных пород также разделяется на пять сортов: Е_х (элита), I_х, II_х, III_х и IV_х. В сорте Е и Е_х практически никакие пороки не допускаются. В сорте IV и IV_х, наоборот, большинство оговорённых стандартом пороков допускается без ограничения. На качество древесины шпона могут повлиять следующие пороки: сучки, трещины, многие пороки строения древесины, червоточина, грибные поражения, механические повреждения и пороки обработки. Во всех сортах не

допускаются гнили и закорина, а также, в отличие от многих других стандартов на лесоматериалы и продукцию из древесины, — любые пороки, не указанные в ГОСТ 99-2016.

Влажность древесины лущёного шпона должна быть $6 \pm 2\%$.

Лущёный шпон учитывают по площади в квадратных метрах, или по объёму в кубических метрах.

Листы шпона укладываются в пакеты отдельно по породам, размерам и сортам и хранятся в закрытых помещениях при относительной влажности воздуха не более 60%.

Для производства *строганого шпона* также используется фанерный кряж, из которого после окорки и оторцовки получают чураки, выпиливают из них брусья или ванчesy (рис. 130) и пропаривают их. При строжке на шпонострогальных станках с закреплённого бруса ножом станка срезаются тонкие слои шпона в заданной плоскости (рис. 130).

Для изготовления строганого шпона могут использоваться различные породы, но особенно ценятся породы с красивой текстурой или цветом древесины. Строганный шпон широко используется как отделочный материал в строительстве, производстве мебели и даже дорогих автомобилей.

Строганный шпон, выпускаемый в соответствии с ГОСТ 2977-82, может изготавливаться из древесины всех наших лиственных пород, многих тропических пород, а также из древесины лиственницы и сосны. В зависимости от направления разреза и получаемой текстуры древесины строганный шпон разделяется на радиальный, полурадиальный, тангенциальный и тангенциально-торцовый (изготавливается из древесины наростов).

Шпон изготавливается толщиной от 0,4 мм до 1 мм, шириной не менее 60 мм и длиной не менее 400 мм (для тангенциально-торцового — не менее 100 мм). Влажность древесины строганого шпона должна быть $8 \pm 2\%$. По качеству древесины строганный шпон может быть 1 или 2 сорта. В 1 сорте из пороков допускаются только заболонные грибные окраски, грибные ядровые пятна и полосы, побурение, химические окраски, внутренняя заболонь и пятнистость площадью не более 10% площади листа шпона. Во 2 сорте допускаются сучки, трещины, грибные поражения, химические окраски, червоточины, пороки строения древесины и механические повреждения.

Строганный шпон учитывается по площади в квадратных метрах.

После срезания листы строганого шпона из одного бруса укладываются в пачки в той же последовательности, в которой они срезались. Такие пачки называются кноль (кноля). Количество листов в пачке должно быть не менее 10. Пачки подбираются по породе, виду шпона, кнолю и сорту. Пачки перевязываются, маркируются, упаковываются в плёнку и хранятся в закрытых помещениях при относительной влажности воздуха не более 80%.

Кроме шпона строганием древесины вырабатывали штукатурную дрань, стружку упаковочную, набивочную и другого назначения.

Пилёный шпон изготавливается из древесины брусев путём продольного пиления. Такой шпон имеет вид тонких пластинок — ламелей, толщиной от 1 до 10 мм и шириной от 25 мм. При производстве пилёного шпона, в отличие от

строганого и лущёного, разрушения древесины даже в поверхностных слоях шпона не происходит. Обладая не только красивой текстурой, но и большей прочностью, пиленный шпон широко используется при производстве паркетных досок, лестничных ступеней, гнуто-клееных изделий, музыкальных инструментов, мебели, столярных изделий, отделке помещений. Недостаток производства пиленого шпона — большее количество отходов при пилении.

Подобный шпон, как и другая пилопродукция, может быть получен не только пилением, но и другими способами, например, терморезкой.

После изготовления лущёный или строганый шпон может прокрашиваться специальными составами, что позволяет получать из древесины пород с однородным строением материал с неограниченным спектром цветов и с выраженной текстурой.

Особым современным видом шпона является так называемый *реконструированный шпон*, или шпон *файн-лайн* («тонкие линии» — специфичный рисунок, образуемый перерезанием тонких слоёв шпона, чередующихся с прокрашенным клеящим составом). Данная технология позволяет получить листы шпона большого формата, без видимых пороков древесины, с одинаковым цветом и текстурой, задаваемыми математическим моделированием в процессе производства. Шпон очень легко изгибается, что крайне удобно для облицовки рельефных, особенно мелких деталей.

Для производства шпона *файн-лайн* используется древесина мягких листовых быстрорастущих пород (обече, тополь и др.), что значительно снижает стоимость продукции.

Из кряжей сначала производят листы лущёного шпона, сортируют и просушивают их, а затем подвергают сквозному прокрашиванию, опуская в ёмкости с красящим раствором. Окрашенные листы обрабатываются прокрашенным клеящим составом, укладываются в определённой последовательности в пачки с одинаковым направлением волокон, и прессуются. При этом прессование может быть не плоским, задающим будущую текстуру древесины. Из полученного блока строганием в радиальной плоскости получают листы шпона с заданной толщиной и текстурой.

5.9. Измельчённая древесина

Под измельчённой древесиной в соответствии с ГОСТ 23246-78 понимаются древесные частицы, различной формы и величины, получаемые специально в результате механической обработки древесины или попутно в виде отходов лесозаготовки или деревообработки. К измельчённой древесине относятся: щепа, дробленка, стружка, опилки, древесная мука, древесная пыль.

Измельчённая древесина применяется для изготовления различных плит, в большей или меньшей степени содержащих древесные частицы: ДВП, МДФ, ДСтП, ОСБ, ЦСП; служит сырьём для выработки целлюлозы и древесной массы, используется в качестве топлива.

Щепа технологическая, изготовленная в соответствии с ГОСТ 15815-83, предназначена для целлюлозно-бумажного и гидролизного производств, изго-

товления древесностружечных и древесноволокнистых плит. В зависимости от назначения щепы может изготавливаться 8 марок. Длина щепы может быть от 5 до 60 мм, толщина от 5 до 30 мм. В щепе не допускаются обугленные частицы и металлические включения. В зависимости от назначения ограничивается: массовая доля коры, массовая доля гнили, массовая доля минеральных примесей, количество частиц определённого размера на ситах, состав щепы по породам. В щепе для целлюлозно-бумажного производства и производства древесноволокнистых плит не допускаются мятые крошки, угол среза должен быть 30–60°. Количество щепы оценивается в насыпных кубических метрах, учёт — в кубических метрах плотной массы.

Другая разновидность щепы — зелёная щепка — может содержать примеси коры, хвои и (или) листьев.

Топливная щепка по ГОСТ 55116-2012 предназначена для непромышленного использования. Эта древесная щепка получается из следующих видов сырья: лесных деревьев и насаждений, побочных продуктов и отходов лесоперерабатывающей промышленности, использованной древесины.

Дробленка представляет собой древесные частицы, полученные при измельчении древесины на дробилках и молотковых мельницах.

Древесная стружка — тонкие древесные частицы, образующиеся при резании древесины. Древесная стружка, произведённая по ГОСТ 5344-79, предназначена для упаковывания продовольственных и промышленных товаров, изготовления фибролитовых плит, а также для подстилки при клеточном содержании пушных зверей. Сырьём для изготовления древесной стружки являются круглые лесоматериалы, кусковые отходы лесопиления и деревообработки, фанерного и спичечного производств.

Стружка может изготавливаться из древесины хвойных пород, мягких лиственных пород и берёзы. Стружка выпускается 6 марок; её длина может быть от 200 до 530 мм, толщина стружки — 0,05 до 0,5 мм, а ширина от 2 до 8 мм в зависимости от назначения. Стружка не должна содержать коры и посторонних включений. В стружке не допускаются гнили и плесень; заболонные грибные окраски и грибные ядровые полосы ограничиваются или не допускаются в зависимости от марки стружки.

Древесные опилки — мелкие частицы древесины, образующиеся в процессе пиления.

Технологические древесные опилки — опилки, пригодные для производства целлюлозы, древесных плит и продукции лесохимических и гидролизных производств. Опилки древесные технологические для гидролиза по ГОСТ 18320-78 получают при распиловке древесины, не содержащей синтетических смол. Древесные опилки могут содержать не более 8% коры, 5% гнили и 0,5% минеральных примесей; не допускается содержание визуально обнаруживаемых металлических примесей. В опилках не допускается более 10% мелких древесных частиц, диаметром менее 1 мм, и более 5% крупных частиц, диаметром более 30 мм. Древесные опилки учитываются в насыпной мере с переводом в плотную.

Древесная мука — древесные частицы заданного гранулометрического состава, полученные путём сухого механического размолва древесины. В соот-

ветствии с ГОСТ 16361-87 в зависимости от назначения и показателей качества древесная мука может изготавливаться 9 марок. Древесная мука предназначена для производства фенопластов, взрывчатых веществ, полимерных композиционных и строительных материалов, алкидного линолеума, пигментной двуокиси титана, фильтрующих элементов и катализаторов, в крахмалопаточном производстве, и др. Мука может изготавливаться только из древесины хвойных и лиственных пород или их смеси.

Качество древесной муки зависит от массовой доли золы, окрашенных примесей, металломагнитных примесей, смол и масел, кислот, доли древесины лиственных пород, массовой доли остатка на сетке с ячейками различного размера, насыпной плотности. Древесная мука учитывается по массе.

Витаминная мука из древесной зелени производится из хвои, листьев, неодревесневших побегов (ветвей) и почек.

Древесная пыль — несORTированные древесные частицы размером менее 1 мм.

5.10. Композиционные древесные материалы

Композиционные древесные материалы можно подразделить на две подгруппы: клееная древесина и материалы на основе измельчённой древесины.

В композиционных материалах целенаправленно изменяются некоторые свойства, присущие цельной древесине, какие-то характеристики улучшаются для конкретных направлений использования; в ряде материалов может использоваться низкокачественная древесина или древесные отходы. Основным недостатком большинства композиционных материалов — использование вредных клеев и смол.

5.10.1. Клееная древесина

Понятием «клееная древесина» согласно ГОСТ 15024-79 охватывается три вида материалов: слоистая клееная древесина, массивная клееная древесина и комбинированная клееная древесина.

К первому виду относится продукция, полученная из шпона: фанера, фанерные плиты, древесные слоистые пластики, а также гнукотклеенные изделия, балки LVL, и др. Ко второму виду относится продукция, полученная из массивной древесины: клееные доски, бруски, брусья, плиты, и т. д., используемые в качестве полуфабрикатов, заготовок, деталей и изделий.

К третьему виду относятся материалы, полученные путём сочетания массивной древесины и шпона, например столярные плиты.

Некоторые из перечисленных разновидностей клееной продукции представляют собой не материалы, а готовые изделия; другие — перерабатываются в рамках одного производственного предприятия и не являются товарной продукцией.

Слоистая клееная древесина

Наиболее распространённым видом слоистой клееной древесины является фанера, а среди множества различных видов фанеры — фанера общего назначения. Она предназначена для использования в мебельном производстве, строительстве, в судостроении, вагоностроении, автомобилестроении.

Слоистая клееная древесина имеет ряд преимуществ. В отличие от цельной древесины фанера изготавливается из множества тонких слоёв древесного шпона; это позволяет получать листы тонкого, но прочного материала практически любого формата. Взаимно перпендикулярное направление волокон в смежных слоях шпона в фанере приводит к снижению анизотропности свойств в данном материале: усушка и разбухание, а также прочностные свойства одинаковы в различных направлениях плоскости листа фанеры. В результате в фанере не возникают внутренние напряжения, не происходит коробления и растрескивания при колебаниях влажности. Кроме того, склеенные между собой тонкие слои шпона, за счёт разного направления волокон и за счёт самого клеевого слоя, нарушают естественную капиллярную структуру цельной древесины. Это не позволяет воде или дереворазрушающим грибам проникать внутрь материала, и резко увеличивает стабильность фанеры по сравнению с цельной древесиной. Использование водостойких клеев, ламинирование поверхности ещё больше повышают водостойкость и стабильность фанеры, а применение бакелитовых смол в бакелизированной фанере или древесных слоистых пластиках резко повышают и всестороннюю стойкость материалов, и их прочностные характеристики.

Фанера общего назначения с наружными слоями из шпона лиственных пород изготавливается в соответствии с ГОСТ 3916.1-2018. В наружных слоях этой фанеры используется древесина берёзы, ольхи, осины, тополя, липы, бука, клёна и ильма; внутренние слои могут изготавливаться из шпона этих же пород, или из шпона сосны, ели, пихты, лиственницы или кедра.

Фанера общего назначения с наружными слоями из шпона хвойных пород изготавливается в соответствии с ГОСТ 3916.2-2018. В наружных слоях этой фанеры используется древесина сосны, лиственницы, ели, пихты и кедра, а внутренние слои могут изготавливаться из древесины как хвойных, так и лиственных пород, при условии сохранения механических и эксплуатационных свойств фанеры.

Если фанера изготовлена из древесины одной породы, она называется однородной, если из разных пород — комбинированной.

По качеству древесины наружные слои могут быть пяти сортов: Е (элита), I, II, III и IV — для шпона лиственных пород и Е_х (элита), I_х, II_х, III_х и IV_х — для шпона хвойных пород. На качество фанеры могут повлиять сучки, трещины, прорости, засмолки, кармашки, ряд специфичных пороков — нахлестка шпона, недостача шпона, просачивание клея, расслоение, механические повреждения, а также отклонения в строении древесины (наклон волокон, свилеватость, глазки), здоровое изменение окраски (пятнистости, ложное ядро, внутренняя заболонь, светлые заболонные и химические окраски) и нездоровое изменение окраски (грибные ядровые пятна, побурение, тёмные заболонные окраски).

Сорт Е наружного шпона лиственных пород не должен иметь видимых пороков древесины и дефектов обработки, I сорт может иметь одновременно не более 3 разных видов пороков, II — не более 6, III — не более 9, а в IV сорте количество допускаемых пороков не ограничивается. Сорт Е_х наружного шпона хвойных пород не должен иметь видимых пороков древесины и дефектов обра-

ботки, I_x сорт может иметь одновременно не более 6 разных видов пороков, II_x — не более 9, III_x — не более 12, а в IV сорте количество допускаемых пороков не ограничивается.

Во внутренних слоях фанеры общего назначения допускаются пороки древесины и дефекты обработки, оговоренные стандартами, не влияющие на её качество и размеры.

Сорт каждого из наружных слоёв определяется отдельно, а общий сорт листа фанеры обозначается дробью: в числителе указывается сорт лицевой стороны (лучшей стороны), в знаменателе — оборотной (худшей). Возможные комбинации сортов устанавливает ГОСТ 30427-96. Для фанеры с наружными слоями из шпона лиственных пород сорта обозначаются: E/E, E/I, I/I, E/II, I/II, II/II, E/III, I/III, II/III, III/III, I/IV, II/IV, III/IV и IV/IV, — всего 14 сортов. Сорта для фанеры с наружными слоями из шпона хвойных пород обозначаются от E_x/E_x до IV_x/IV_x .

Листы фанеры могут иметь длину и ширину от 1200 мм до 3660 мм (наиболее распространённый размер 1525×1525 мм) и толщину от 3 мм до 30 мм.

В зависимости от механической обработки поверхности фанера общего назначения может быть нешлифованной (НШ), шлифованной с одной стороны (Ш1) или шлифованной с двух сторон (Ш2). По степени водостойкости клеёвого соединения эта фанера выпускается двух марок: ФК — водостойкая для внутреннего использования и ФСФ — повышенной водостойкости для внутреннего и наружного использования. По содержанию формальдегида фанера делится на два класса эмиссии E1 и E2.

Фанера должна иметь влажность 5–10%. Стандарты также оговаривают следующие физико-механические характеристики фанеры: пределы прочности при скалывании по клеевому слою, при статическом изгибе, при растяжении вдоль волокон, модуль упругости при статическом изгибе, ударная вязкость при изгибе, твёрдость, теплопроводность, коэффициент сопротивления водяному пару, звукопоглощение, звукоизоляция, биологическая стойкость, класс горючести.

Фанера учитывается по площади в квадратных метрах, или по объёму кубических метров.

Фанера строительная с наружными слоями из склеенного на ус шпона изготавливается в соответствии с ГОСТ 32158-2013 и предназначена для применения в строительных конструкциях.

Склейка фанеры на ус позволяет практически избавиться от шва. Для этого фанерные листы укладываются друг на друга, и торцы стесываются под углом, формируя ус; для качественной склейки длина уса должна в 10–12 раз превышать толщину фанерного листа.

В зависимости от породы древесины наружных слоёв строительную фанеру подразделяют на марки: ФЛ — фанера повышенной водостойкости с наружными слоями из шпона лиственных пород (берёзы, ольхи, клёна, ильма, бука, осины, тополя, липы) и ФХ — фанера повышенной водостойкости с наружными слоями из шпона хвойных пород (сосны, ели, пихты, лиственницы).

и кедра). Внутренние слои могут быть изготовлены из шпона древесины как лиственных, так и хвойных пород.

В зависимости от качества древесины наружные слои строительной фанеры могут быть двух сортов: для фанеры марки ФЛ — III_y или IV_y, для фанеры марки ФХ — III_{xy} или IV_{xy}. Для всех марок строительной фанеры допускается любое сочетание сортов наружных слоёв.

За пределами зоны стыка листов шпона на ус пороки древесины и дефекты обработки должны соответствовать требованиям, установленным ГОСТ 3916.1-96 для III и IV сортов фанеры общего назначения для сортов III_y или IV_y ГОСТ 32158-2013, и ГОСТ 3916.2-96 для III_x и IV_x сортов фанеры общего назначения для сортов III_{xy} или IV_{xy} ГОСТ 32158-2013.

В зависимости от обработки поверхности строительная фанера может быть нешлифованной (НШ) или шлифованной с двух сторон (Ш2). Влажность фанеры должна быть 5–12%.

Из физико-механических показателей стандарт оговаривает такие же показатели, как и для фанеры общего назначения. Стандартом предусмотрен класс эмиссии формальдегида Е1.

Строительная фанера выпускается шириной от 1200 мм до 1525 мм, длиной от 2400 мм до 3050 мм и толщиной от 9 мм до 30 мм. Строительная фанера учитывается по объёму в кубических метрах.

Фанера облицованная, изготовленная в соответствии с ГОСТ Р 53920-2010, представляет собой берёзовую фанеру повышенной водостойкости, облицованную плёнкой, предназначенную для применения в строительных конструкциях и транспортном машиностроении.

Для изготовления облицованной фанеры применяют специально склеенную шлифованную берёзовую фанеру повышенной водостойкости класса эмиссии Е1 и плёнки на основе термореактивных полимеров, представляющие собой пропитанную термореактивной смолой бумагу.

Для внутренних слоёв применяют шпон лиственных и хвойных пород: берёзы, ольхи, клёна, ильма, бука, осины, тополя, липы, сосны, ели, пихты, лиственницы и кедра.

На наружных слоях облицованной фанеры все открытые дефекты: частично сросшиеся, несросшиеся, выпадающие сучки, здоровые сучки с трещинами, отверстия от выпавших сучков, червоточины, разошедшиеся трещины должны быть заделаны замазками или вставками.

Во внутренних слоях фанеры допускаются оговорённые стандартом пороки древесины и дефекты обработки, не влияющие на её качество и размеры.

В зависимости от качества поверхности облицованной фанеры она разделяется на 3 сорта: I, II и III.

На качество облицованной фанеры могут повлиять: накладки плёнки, локальное отсутствие плёнки, видимые на поверхности следы от пороков древесины во внутренних слоях, следы от сучков и иных пороков в наружных слоях, налипшие кусочки плёнки на поверхности, изменение структуры в виде пятен и точек и белесые пятна и точки, царапины, отпечатки пресса или мусора, вздутие плёнки, недостача шпона, подтеки краски.

Облицованная фанера изготавливается длиной и шириной от 1200 мм до 3050 мм и толщиной от 6,5 мм до 30 мм.

В зависимости от вида покрытия фанера может быть 5 марок: ФОБ-F/F — фанера берёзовая, облицованная плёнкой с двух сторон, имеющая гладкую поверхность с обеих сторон; ФОБ-F/W — облицованная плёнкой с двух сторон, имеющая гладкую поверхность с одной стороны и сетчатую поверхность с другой стороны; ФОБ-SP/SP — облицованная предназначенной под покраску плёнкой с двух сторон и имеющая гладкую поверхность с обеих сторон; ФОБ-F/SP — облицованная плёнкой с двух сторон, одна из которых предназначена под покраску, имеющая гладкую поверхность с обеих сторон; ФОБ-F/U — облицованная плёнкой с одной стороны, с гладкой поверхностью.

Из физико-механических показателей стандарт оговаривает пределы прочности при скалывании, при статическом изгибе, при растяжении, модуль упругости при статическом изгибе, прочность приклеивания облицовочного покрытия, устойчивость к пару, гидроокиси натрия, цементу.

Облицованная фанера учитывается в кубических метрах.

Декоративной фанерой называется фанера, облицованная плёночными покрытиями в сочетании с декоративной бумагой или без бумаги. Эта фанера выпускается в соответствии с ГОСТ 14614-79 и используется для внутренней отделки помещений, в строительстве, мебельной промышленности, судо- и вагоностроении. Декоративная фанера выпускается 4 марок: ДФ-1 с прозрачным покрытием, не скрывающим текстуру древесины, ДФ-2 с покрытием из непрозрачной бумаги, имитирующей текстуру ценных пород древесины или с другим рисунком, ДФ-3 повышенной водостойкости с прозрачным покрытием, не скрывающим текстуру древесины, ДФ-4 повышенной водостойкости с покрытием из непрозрачной бумаги, имитирующей текстуру ценных пород древесины или с другим рисунком. Фанера марок ДФ-1 и ДФ-2 изготавливается с использованием карбамидомеламинаформальдегидных смол, а марок ДФ-3 и ДФ-4 — меламинаформальдегидных. Декоративная фанера изготавливается из шпона древесины берёзы, ольхи, липы, осины и тополя; для внутренних слоёв фанеры ДФ-2 и ДФ-4 допускается использование шпона из древесины сосны, ели и лиственницы.

Декоративное покрытие может быть с одной или двух сторон, матовое или глянцевоe.

По качеству поверхности декоративная фанера может быть I или II сорта. На качество фанеры может повлиять наличие белесоватых и тёмных пятен и полос, рьяби шпона; остальные пороки не допускаются.

Декоративная фанера выпускается длиной от 1220 мм до 2440 мм, шириной от 725 мм до 1525 мм и толщиной от 3 мм до 12 мм.

Декоративная фанера должна иметь влажность 10%. Из физико-механических показателей стандарт оговаривает также предел прочности при скалывании по клеевому слою, водостойкость, светостойкость, теплостойкость, прочность склеивания облицовочного покрытия со шпоном.

Декоративная фанера учитывается в квадратных метрах.

Кроме различных плёнок фанера может облицовываться строганным шпоном. Такая фанера выпускалась по ГОСТ 11519-77 и ОСТ 13-222-88. Она используется как отделочный материал в строительстве и мебельном производстве. В зависимости от качества лицевой поверхности фанера может быть I или II сорта.

Фанера бакелизированная характеризуется повышенной водостойкостью, атмосферостойкостью, плотностью (около 1200 кг/м^3) и прочностью. Используется как конструкционный материал.

В соответствии с ГОСТ 11539-2014 бакелизированная фанера выпускается 5 марок: ФБС, ФБС₁, ФБВ, ФБВ₁ и ФБС₁-А. При изготовлении фанеры ФБС на наружные и внутренние слои фанеры наносят фенолоформальдегидную спирторастворимую смолу. У фанеры ФБС₁ на внутренние слои наносят водорастворимую смолу. При изготовлении фанеры ФБВ₁ на наружные и внутренние слои фанеры наносят водорастворимую смолу, а у фанеры ФБВ — наружные слои пропитывают фенолоформальдегидной водорастворимой смолой. У фанеры ФБС₁-А на наружные и внутренние слои фанеры наносят фенолоформальдегидную спирторастворимую смолу, на внутренние слои, кроме 2 и 4 продольного слоя, расположенного симметрично от центрального слоя, наносят водорастворимую смолу.

Фанеру ФБС и ФБС₁ используют для изготовления конструкций, работающих в атмосферных условиях, в качестве опалубки, в судостроении. Фанера марок ФБВ и ФБВ₁ используется для изготовления внутренних конструкций, а при защитной обработке наружных поверхностей лакокрасочными покрытиями — в атмосферных условиях. Фанера ФБС₁-А используется для изготовления внутренних конструкций, применяемых в машиностроении.

Для изготовления бакелизированной фанеры марок ФБС и ФБВ используют берёзовый шпон II сорта (по ГОСТ 99-96); для фанеры марок ФБС₁, ФБВ₁ и ФБС₁-А сорт берёзового шпона должен быть не менее III.

Наружные слои бакелизированной фанеры должны изготавливаться из целых или составленных не более, чем из двух кусков шпона по ширине листа фанеры. На поверхности не допускаются участки не пропитанные или не покрытые смолой, нахлестки, вмятины и бугорки глубиной или высотой более 2 мм, пузыри, недопрессовки, расслоение кромок.

Бакелизированная фанера выпускается длиной от 1500 мм до 7700 мм; шириной от 1250 мм до 1550 мм и толщиной от 5 мм до 40 мм.

Из физико-механических показателей стандарт оговаривает влажность, пределы прочности при растяжении вдоль волокон, при статическом изгибе, при скалывании по клеевому слою.

Учитывают бакелизированную фанеру в кубических метрах.

Фанера берёзовая авиационная получила свое название из-за использования в самолетостроении. Особенность этой фанеры — высокая прочность при небольшой толщине, — определяет и другие возможные направления её использования. Используется данный материал и в музыкальной промышленности (изготовление гитар). В соответствии с ГОСТ 102-75 берёзовая авиационная фанера, в зависимости от марки используемой бакелитовой плёнки или смолы СФЖ-3011, изготавливается 4 марок: БП-А, БП-В, БС-1 и БПС-1В. Данная фанера изготавли-

вается из 3–11 нечётных слоёв качественного берёзового шпона. Авиационная фанера выпускается длиной от 1000 мм до 1525 мм и шириной от 800 мм до 1525 мм с градацией 25 мм. Толщина фанеры марок БП-А и БП-В составляет от 1 мм до 3 мм, марки БС-1 — от 3 мм до 12 мм и марки БПС-1В — от 2 мм до 6 мм.

В зависимости от качества наружных и внутренних слоёв авиационная фанера выпускается I или II сорта. Требования к порокам очень жёсткие. На качество фанеры могут повлиять: здоровые сросшиеся сучки, частично сросшиеся, несросшиеся и выпадающие сучки, сомкнутые трещины, тангенциальный и радиальный наклон волокон, свилеватость и завитки, глазки, прорость, пятнистости, химические окраски, синева, риски и наколы, покоробленности, просачивание клея, окраска от металла, ребросклеивание; остальные пороки не допускаются. Авиационная фанера выпускается влажностью 5–9%.

Из механических показателей стандарт оговаривает пределы прочности при растяжении вдоль волокон и при скалывании по клеевому слою для фанеры разных марок и толщин. Авиационная фанера учитывается в кубических метрах.

Фанерные плиты выпускаются в соответствии с ГОСТ 8673-93. Они используются в машиностроении, для производства различных изделий. В зависимости от структуры слоёв и области применения фанерные плиты могут быть семи марок: ПФ-А, ПФ-Б, ПФ-В, ПФ-Х, ПФО-Х, ПФД-Х и ПФ-Л. Плиты изготавливаются из берёзового лущёного шпона, но может использоваться шпон и других пород.

Фанерные плиты имеют длину от 1220 мм до 2440 мм, ширину от 100 мм до 1525 мм и толщину от 8 мм до 78 мм.

Существует целый ряд специальных видов фанеры, например армированная, трудногорючая (огнестойкая), профилированная.

У *армированной фанеры* один или несколько обычно внутренних слоёв шпона заменены тонкими листами резины, металла, металлической сетки, или других материалов. Это позволяет существенно изменить свойства материала, при сохранении внешнего вида — текстуры древесины. Добавление слоёв резины увеличивает эластичность, уменьшает теплопроводность. Использование тонких листов металла или металлических сеток увеличивает прочность и жёсткость.

Трудногорючая фанера, называемая часто также огнестойкой, огнезащитной, выпускается по различным техническим условиям: ТУ 5518-003-05807233-2007, ТУ 13-971-94, ТУ 13-972-98. Листы шпона в такой фанере пропитываются антипиреном — веществом, препятствующим горению. В результате получается водо- и биостойкий материал, по пожарно-техническим характеристикам относящийся к материалам группы трудногорючих, умеренновоспламеняемых, с умеренной дымообразующей способностью, умеренноопасных по токсичности продуктов горения, удовлетворяющий требованиям пожарной безопасности. Трудногорючая фанера может использоваться в вагонах поездов, вагонах метро, морских и речных судах, магазинах, театрах, кафе, в различных залах.

Фанера профилированная обладает повышенной жёсткостью листа вдоль профиля. Профиль волнистой или трапециевидальной конфигурации задаётся при прессовании во время склеивания. Профилированная фанера может использоваться в строительстве.

Гибкая фанера — современный вид фанеры, изготавливаемый из трёх слоёв шпона. Наружные слои, обычно более толстые, изготавливаются из шпона древесины лёгкой породы — цейбы (могут использоваться и другие породы, например, тополь); не обладая высокой прочностью при изгибе в тангенциальной плоскости, они обеспечивают возможность изгиба. Внутренний слой изготавливается из плотной и прочной древесины — керуинга, и обеспечивает сохранение целостности при изгибе. Значительный изгиб листа такой фанеры с небольшими радиусами изгиба возможен только параллельно направлению волокон наружных слоёв. Данный материал значительно расширяет возможности при создании эксклюзивной мебели или деталей интерьеров неправильных форм. Гибкая фанера имеет низкую плотность 300–400 кг/м³. Выпускается толщиной от 3 мм до 12 мм. В зависимости от направления изгиба и формы листа различают поперечную и продольную гибкую фанеру.

Древесные слоистые пластики (ДСП) изготавливают из берёзового лущёного шпона, пропитанного бакелитовой смолой и спрессованного при высокой температуре и давлении. Полученный таким образом материал обладает высокой плотностью (не менее 1230–1300 кг/м³) и прочностью, водостойкостью, биостойкостью, и по физико-механическим свойствам сравним с некоторыми металлами. Пластики используют для изготовления дейдвудных подшипников и узлов трения, зубчатых колёс, ползунов и других деталей машин в различных отраслях, пуленепробиваемых дверей, в изделиях криогенной (работающих при сверхнизких температурах) и космической техники, судо- и авиастроении, в затворах гидротехнических сооружений, конструкционных и электроизоляционных деталей аппаратуры высокого напряжения.

В зависимости от направления волокон в смежных листах шпона, пластики, выпускаемые в соответствии с ГОСТ 13913-78, могут быть 11 марок. Влажность пластиков, в зависимости от марки, составляет от 6 до 10%.

Пластики выпускают в виде листов толщиной от 1 мм до 12 мм, или в виде плит толщиной от 15 мм до 60 мм. Пластики могут изготавливаться из цельных или состыкованных листов. Поперечные размеры пластиков составляют: длина от 700 мм до 5600 мм, ширина от 750 мм до 1500 мм.

Из других физико-механических показателей стандарт оговаривает водопоглощение, объёмное разбухание, пределы прочности при растяжении вдоль волокон, при сжатии, при статическом изгибе, ударная вязкость, предел прочности при скалывании по клеевому слою, твёрдость торцевой поверхности, тепло- и маслостойкость, ряд электрических показателей.

Древесные слоистые пластики учитывают по массе.

Древесный слоистый пластик марки ДСП-Б-а изготавливается в соответствии с ГОСТ 20966-75 из листов берёзового шпона, склеенных бакелитовым лаком в процессе термической обработки под давлением. Данный пластик используется в силовых нагруженных элементах авиационных конструкций.

Еще одним современным слоистым клееным материалом является *брус ЛВЛ*, изготавливаемый из шпона хвойных пород (сосны, ели, лиственницы). Название происходит от англоязычного сокращения LVL — Laminated veneer lumber — брус, клееный из шпона.

На данный материал у нас в стране недавно введен стандарт ГОСТ 33124-2014 «Брус многослойный клееный из шпона», соответствующий ряду европейских стандартов, в том числе EN 14374:2004 «Structural laminated veneer lumber — Requirements». Брус предназначен для использования в жилищном, общественном, промышленном и других отраслях строительства в качестве самостоятельных несущих конструкций или элементов более сложных конструкций, в производстве дверей, мебели.

Брус ЛВЛ изготавливается трёх типов в зависимости от направления волокон в слоях шпона: тип I — все слои шпона имеют параллельное направление волокон древесины, тип II — отдельные смежные слои шпона имеют взаимно перпендикулярное направление волокон, тип III — слои шпона могут иметь как параллельное, так и взаимно перпендикулярное направление волокон древесины.

Брус ЛВЛ изготавливают нешлифованным длиной от 2500 мм до 20 500 мм с градацией 500 мм, шириной (высотой) от 40 мм до 1250 мм и толщиной от 19 мм до 100 мм.

Минимальное количество слоёв шпона в поперечном сечении ЛВЛ должно быть не менее 5, а максимальная толщина каждого слоя не должна превышать 6 мм.

Влажность ЛВЛ должна составлять 5–12%. Плотность бруса составляет 400–700 кг/м³.

В наружных и внутренних слоях ЛВЛ допускаются все пороки, присущие древесине, за исключением гнили. Расслоение не допускается, кроме небольшого, образовавшегося из-за наличия в шпоне смоляного кармашка, засмолка, сучка или прорости, размером до 10 мм в глубину.

Из механических свойств стандарт оговаривает пределы прочности при изгибе, сжатии и растяжении, а также модули упругости.

Заготовки клееные изготавливают в соответствии с ГОСТ 21178-2006 из лущёного шпона лиственных пород. Заготовки предназначены для изготовления деталей мебели. Заготовки могут быть гнуто-клееными с самым разнообразным профилем, и плоскоклееные.

На качество заготовок могут повлиять сучки, трещины, прорость, ложное ядро, пятнистость, заболонные и химические окраски, внутренняя заболонь, вставки из шпона, царапины, вмятины, гребешки, вырывы, ворсистость, рябь, нахлестка шпона, просачивание клея, недостача шпона, дефекты кромок и ряд других специфичных дефектов обработки.

Влажность заготовок должна быть $8 \pm 2\%$. Из механических показателей стандарт оговаривает пределы прочности при скалывании по клеевому слою и при статическом изгибе.

Заготовки учитывают в кубических метрах.

Массивная клееная древесина

Древесина клееная массивная изготавливается из нескольких более мелких заготовок хвойных или лиственных пород путём склеивания их по длине, ширине или толщине. В данной продукции можно значительно увеличивать размеры поперечного сечения (доски, брус, балки большого сечения, щиты,

мачты судов), длину, получать бессучковую пилопродукцию, конструкции сложных изогнутых форм, широко используемые в строительстве, мебельной промышленности и многих других областях.

Комбинированная клееная древесина

Столярные плиты — наиболее распространённый клееный материал, совмещающий слоистую и массивную древесину. Столярные плиты — это речные щиты из древесины хвойных, мягких лиственных пород и берёзы, оклеенные с двумя слоями лущёного шпона с каждой из двух сторон. Они широко используются в мебельной промышленности, как конструкционный материал в вагостроении, судостроении и других областях хозяйства.

В соответствии с ГОСТ 13715-78 столярные плиты выпускаются трёх типов: НР — из не склеенных между собой реек древесины, СР — из склеенных реек и БР — из реек, склеенных в блок доски.

Столярные плиты могут быть необлицованными и облицованными строганным шпоном с одной или двух сторон, нешлифованными и шлифованными с одной или двух сторон.

Ширина реек для плит обычной точности должна быть не более 40 мм, для плит повышенной точности — не более 20 мм. Зазор между рейками на торцах в плитах из не склеенных реек не должен превышать 0,5 мм.

В древесине реек не допускается гниль всех видов, обзол, трещины длиной более 200 мм, незаделанные отверстия от выпавших сучков диаметром более 10 мм.

Плиты выпускаются длиной от 1525 мм до 2500 мм, шириной 1220 мм или 1525 мм и толщиной от 16 мм до 30 мм.

В плитах ограничивается покоробленность и волнистость поверхности. Влажность плит составляет $8 \pm 2\%$.

Из физико-механических показателей стандарт оговаривает Пределы прочности при статическом изгибе поперёк реек и при скалывании по клеевому слою.

Столярные плиты учитывают в кубических метрах.

Плиты дендролит (Dendrolight) — современный материал, получивший распространение в последние годы. Для получения дендролит изготавливают блок сотового материала длиной до 3000 мм из специально подготовленной цельной древесины. Для этого используются доски с глубокими частыми пазами (гребневидного сечения) или с пазами, выбранными с разных пластей (профиль змеевика), которые склеиваются послойно перпендикулярно друг другу. Нарезанные из такого блока толстые пластины могут оклеиваться с двух сторон МДФ и далее облицовываться. Стандартный размер такой плиты 4080×2080 мм при толщине от 25 мм до 60 мм.

По сравнению с другими материалами дендролит обладает очень низкой плотностью — всего 250–300 кг/м³, прочностью, сравнимой с фанерой, высокими показателями теплоизоляции.

Этот материал становится незаменимым в производстве мебели, дверей, широко используется в строительстве.

5.10.2. Композиционные материалы на основе измельчённой древесины

Одним из основных видов композиционных древесных материалов на основе измельчённой древесины являются *древесностружечные плиты* — ДСтП. Нарушенная естественная капиллярная структура цельной древесины, клеевые прослойки между частицами древесины, разнонаправленность частиц древесины и волокон в них, делают древесностружечные плиты достаточно однородным материалом с меньшей гигроскопичностью и пониженной анизотропностью. Этот материал не имеет пороков, присущих цельной древесине, и не подвержен гниению.

Древесностружечные плиты изготавливаются из технологического сырья — низкокачественных круглых лесоматериалов, различного вида отходов лесопиления, лесозаготовок и деревообработки (горбылей, реек, откомлевок, сучьев, стружки, опилок).

Кусковые отходы и круглые лесоматериалы измельчаются в щепу и стружку. Стружка была плоской, равномерной толщины, с ровной поверхностью. Стружка для наружных слоёв после стружечных станков проходит дополнительное измельчение на дробилках (здесь уменьшается ширина) или в мельницах, где изменяется толщина.

В смесителях стружка смешивается со связующим. Смесь высыпают ровным непрерывным слоем определённой ширины и толщины (ковром) на поддоны или ленточные транспортеры. После этого в гидравлическом прессе происходит горячее прессование.

Древесностружечные плиты общего назначения (предназначенные для производства мебели, товаров народного потребления и других видов продукции) для использования в сухих условиях изготавливаются в соответствии с ГОСТ 10632-2014, который был недавно переработан, и соответствует европейскому стандарту EN 312:2010 «Плиты стружечные. Технические условия». Плиты изготавливаются методом горячего плоского прессования древесных частиц, смешанных со связующим.

Древесностружечные плиты изготавливаются длиной 1800 мм и более и шириной 1200 мм и более с градацией 10 мм, и толщиной от 1 мм (в редакции ГОСТ 10632-2007 — от 3 мм, в редакции ГОСТ 10632-89 — от 8 мм) с градацией 1 мм.

По физико-механическим показателям плиты подразделяются на два типа: Р-1 — плиты общего назначения и Р-2 — плиты для использования внутри помещения (включая производство мебели). В зависимости от качества поверхности пластей плиты делятся на I и II сорт. По виду поверхности плиты подразделяются на мелкоструктурные (М) и обычные (О). Плиты могут выпускаться шлифованными (Ш) и нешлифованными (НШ). В зависимости от выделения формальдегида в воздух плиты разделяют на три класса эмиссии: Е0,5, Е1 и Е2. Стандарт оговаривает также нормы покоробленности и шероховатости поверхности.

Влажность плит должна быть 5–13%. Плотность плит составляет 550–820 кг/м³.

Из физико-механических характеристик стандарт оговаривает: предел прочности при изгибе, при растяжении перпендикулярно пласти плиты, модуль упругости, удельное сопротивление отрыву наружного слоя, удельное сопротивление выдергиванию шурупов, ударную вязкость, твёрдость.

Нормы допуска дефектов оговариваются отдельно для шлифованных и нешлифованных плит. На качество плит может повлиять наличие углублений, выступов, царапин на пласти, парафиновых и масляных пятен, пылесмоляных пятен, пятен от связующего, сколов кромок и выкрашивания углов, дефектов шлифования, наличия включений коры или крупной стружки на пласти, посторонние включения.

Древесностружечные плиты, облицованные плёнками на основе термореактивных полимеров, изготавливаются в соответствии с ГОСТ 32289-2013, который соответствует европейскому стандарту EN 438-2:2005.

Эти плиты выпускают длиной от 1830 мм до 5680 мм, шириной от 1220 мм до 2500 мм и толщиной от 3 мм и более с градацией 1 мм.

По физико-механическим свойствам плиты подразделяют на три группы качества: А, Б и У (с улучшенными эксплуатационными свойствами). В зависимости от эмиссии формальдегида в воздух плиты делятся на два класса — Е1 и Е2. В зависимости от качества покрытия плиты могут быть I или II сорта. Плиты могут быть облицованными с одной или с двух сторон, глянцевыми (Г) или матовыми (М), одноцветными (Оц) или с печатным рисунком (Пр); в зависимости от фактуры поверхности покрытия — гладкие (Гл) или рельефные (Р). Внешний вид покрытия, вид рисунка, цвет, имитация текстуры и породы древесины, степень блеска и фактура поверхности должны соответствовать образцам-эталонам.

Плиты групп А и Б производят на основе ДСтП марок П-А и П-Б (по ГОСТ 10632), I сорта с мелкоструктурной поверхностью, шлифованных. Плиты группы У — на основе плит марки П-А, I сорта с мелкоструктурной поверхностью, шлифованных с разбуханием по толщине за 2 ч не более 12% или плит типов Р-3 и Р-5 ГОСТ 32399-2013.

Стандарт оговаривает следующие показатели плит: предел прочности при изгибе, при растяжении перпендикулярно пласти, удельное сопротивление отрыва наружного слоя, твёрдость защитно-декоративного покрытия, термическую стойкость покрытия, стойкость покрытия к истиранию, пятнообразованию, воздействию переменных температур, покоробленность, гидротермическую стойкость покрытия. На сорт плит может повлиять наличие вмятин, включений, серебристость пор, пятна, волосяные риски, царапины, перекося или непропечатка рисунка, проявление структуры ДСтП, блестяность.

Плиты древесностружечные влагостойкие выпускают по ГОСТ 32399-2013, соответствующему европейским стандартам EN 312:2010, EN 321:2001, EN 13986:2004. Влагостойкие плиты изготавливаются методом горячего прессования древесных частиц, смешанных со связующим с применением меламина; используются в строительстве, производстве тары, мебели, предназначенной для помещений с повышенной влажностью.

По качеству плиты могут быть I или II сорта. В зависимости от эмиссии формальдегида в воздух плиты делятся на два класса — E1 и E2. Плиты могут быть шлифованные (Ш) и нешлифованные (НШ). По применению в зависимости от физико-механических показателей плиты разделяют на 3 типа: Р-3 — не несущие нагрузку, Р-5 — несущие нагрузку и Р-7 — несущие повышенную нагрузку.

Плиты должны иметь влажность 5–13%. На качество плит влияют те же дефекты, что и для стружечных плит по ГОСТ 10632-2014.

Плиты выпускаются длиной от 1830 мм до 4200 мм, шириной от 1220 мм до 2440 мм и толщиной от 3 мм до 40 мм с градацией 1 мм.

Стандарт оговаривает следующие показатели плит: предел прочности при изгибе, при растяжении перпендикулярно пласти, модуль упругости, разбухание по толщине за 24 часа.

Широкое распространение в настоящее время получили *плиты OSB* (ОСБ). Сокращённое название происходит от англоязычного названия данных плит — Oriented Strand Boards (стружечные плиты с ориентированным положением частиц (стружки)). В последние годы на данный вид материала у нас появился стандарт — ГОСТ Р 56309-2014 «Плиты древесные строительные с ориентированной стружкой (OSB). Технические условия», разработанный с учётом основных нормативных положений европейского стандарта EN 300:2006 «Плиты с ориентированной стружкой (OSB). Определения, классификация и технические условия». Плиты ОСП изготавливаются методом горячего прессования из древесных частиц (стружки) специально выработанных из древесного сырья; древесные частицы должны иметь толщину менее 2 мм и длину (вдоль волокон) более 50 мм. В наружных слоях (лицевом и оборотном) плиты частицы укладываются сориентированными в основном в направлении вдоль длины или ширины листа плиты, а во внутреннем слое — в основном перпендикулярно направлению наружных слоёв.

В зависимости от условий применения плиты ОСП разделяют на 4 типа: ОСП-1 — плиты общего назначения, не несущие нагрузку, для применения внутри помещений в сухих условиях; ОСП-2 — плиты, несущие нагрузку, эксплуатируемые в сухих условиях; ОСП-3 — плиты, несущие нагрузку, эксплуатируемые во влажных условиях; ОСП-4 — плиты, несущие повышенную нагрузку, эксплуатируемые во влажных условиях. Плиты могут быть шлифованными и нешлифованными. В зависимости от выделения формальдегида в воздух плиты разделяют на три класса эмиссии: E0,5, E1 и E2.

Плиты ОСП могут выпускаться длиной и шириной 1200 мм и более с градацией 10 мм и толщиной от 6 мм до 40 мм с градацией 1 мм.

На плитах не допускаются сколы кромок, выкрашивание углов, посторонние включения, расслоения, пузыри, а на шлифованных плитах — и дефекты шлифования.

Стандарт оговаривает требования к физико-механическим показателям (пределам прочности при изгибе и растяжении перпендикулярно пласти, модулям упругости, разбуханию).

Древесноволокнистые плиты (ДВП) изготавливаются не буквально из волокон древесины, а из мелких древесных частиц. Эти частицы, условно

называемые волокнами, получают при размоле щепы, получаемой из того же сырья, что и для ДСтП. Древесноволокнистые плиты — материал, имеющий относительно однородную структуру и не обладающий анизотропией. Древесноволокнистые плиты применяются в строительстве, мебельной промышленности, вагоностроении.

Древесноволокнистые плиты могут изготавливаться сухим и мокрым способом.

При мокром способе ковер из влажной древесноволокнистой массы формируется на сетчатой металлической ленте в водной среде и подаётся в горячий пресс. Обратная поверхность плиты при таком способе производства имеет рифленую фактуру от соприкосновения с сеткой.

При сухом способе, после размола щепы на волокна и смешения со связующим, происходит сушка и формование волокнистого ковра в воздушной среде, а не в водной суспензии. Сухой способ требует небольшого расхода свежей воды при производстве, а вредные стоки отсутствуют.

Древесноволокнистые плиты мокрого способа, изготовленные в соответствии с ГОСТ 4598-86, разделяются на твёрдые и мягкие. Твёрдые плиты могут быть 9 марок: Т — твёрдые с необлагороженной лицевой поверхностью, Т-С — с лицевым слоем из тонкодисперсной древесной массы, Т-П — с подкрашенным лицевым слоем, Т-СП — с подкрашенным лицевым слоем из тонкодисперсной древесной массы, Т-В — с необлагороженной лицевой поверхностью и повышенной водостойкостью, Т-СВ — с лицевым слоем из тонкодисперсной древесной массы и повышенной водостойкостью, НТ — пониженной плотности (полутвёрдые), СТ — повышенной прочности (сверхтвёрдые) с необлагороженной лицевой поверхностью и СТ-С — повышенной прочности (сверхтвёрдые) с лицевым слоем из тонкодисперсной древесной массы. Твёрдые плиты Т, Т-П, Т-С и Т-СП подразделяются по физико-механическим показателям на группы качества А и Б, а по качеству поверхности — на I и II сорта. Мягкие плиты выпускают 3 марки: М-1 (плотностью 100–200 кг/м³), М-2 (плотностью 200–400 кг/м³) и М-3 (плотностью 100–200 кг/м³). Твёрдые плиты отличаются также высокой плотностью: СТ — плотностью 100–200 кг/м³; Т-В и Т-СТ — 850–1100 кг/м³; Т, Т-П, Т-С, Т-СП — 800–1100 кг/м³; НТ — от 600 кг/м³.

Твёрдые плиты выпускаются основными размерами: длиной от 1220 мм до 3660 мм, шириной от 610 мм до 2140 мм и толщиной от 2,5 мм до 6 мм, но могут выпускаться и длиной до 6100 мм. Мягкие плиты выпускаются основными размерами: длиной от 1220 мм до 3000 мм (максимально до 5500 мм), шириной 1220 мм и толщиной от 8 мм до 16 мм.

На плитах не допускаются расслоения, прогары, бахрома, посторонние включения. Лицевая поверхность должна иметь одну цветовую тональность и однородную структуру из равномерно размолотых волокон. На качество может повлиять наличие углублений или выступов на лицевой или нелицевой поверхности, царапины на лицевой поверхности, разнооттеночность, пятна от воды, масла, парафина, сколы, местное повреждение кромок.

Твёрдые древесноволокнистые плиты с лакокрасочным покрытием лицевой поверхности выпускаются в соответствии с ГОСТ 8904-81. Эти плиты использу-

ются как отделочный материал в строительстве и мебельной промышленности. Данные плиты выпускаются на основе плит марок Т, Т-П, Т-С, Т-СП группы А (по ГОСТ 4598-86) и могут быть двух типов: А — с декоративным печатным рисунком и Б — одноцветные. По механической обработке плиты могут быть гладкими, с рустованной поверхностью в полоску или клетку, с перфорацией. Внешний вид, цвет и декоративный печатный рисунок лакокрасочного покрытия на плитах должны соответствовать образцам-эталонам.

Плиты выпускаются длиной от 1220 мм до 2700 мм, шириной от 1000 мм до 1700 мм, толщиной от 2,5 мм до 6 мм.

Из других физико-механических свойств плит стандарт оговаривает: предел прочности при изгибе, при растяжении перпендикулярно к пласти, разбухание по толщине за 24 часа, влажность, водопоглощение за 2 часа, водопоглощение лицевой поверхности за 24 часа, содержание формальдегидсодержащих смол.

Древесноволокнистые плиты сухого способа выпускались в соответствии с ТУ 13-444-83. Плиты предназначены для использования в изделиях, мебели, конструкциях, строительстве, в условиях отсутствия увлажнения. Плиты выпускались шести марок: сверхтвёрдые СТс-500 (плотностью 950 кг/м³), твёрдые Тс-450 (плотностью 900 кг/м³), Тс-400 (плотностью 850 кг/м³), Тс-350 и Тс-300 (плотностью 800 кг/м³) и полутвёрдые ПТс-220 (плотностью 600 кг/м³).

Плиты могут быть нешлифованными, шлифованными с одной или с двух сторон. В зависимости от качества поверхности нешлифованные плиты разделяются на две группы А и Б.

В зависимости от марки плиты выпускались длиной от 1200 мм до 5500 мм, шириной от 1000 мм до 1830 мм и толщиной от 5 мм до 12 мм.

Существуют и другие разновидности древесноволокнистых плит (битумированные, биостойкие, трудносгораемые).

Древесноволокнистые плиты учитывают по площади в квадратных метрах.

Выпускаются также древесноволокнистые плиты, облицованные различными плёнками или шпоном.

В настоящее время широкое распространение получили плиты МДФ. Сокращённое название МДФ происходит от англоязычного названия данных плит MDF — Medium Density Fiberboards (плиты волокнистые средней плотности). Иногда в отдельные группы выделяют плиты LDF (Low Density Fiberboards — плиты низкой плотности от 350 кг/м³) и HDF (High Density Fiberboards — плиты высокой плотности около 900 кг/м³).

В последние годы у нас разработан ГОСТ 32274-2013 на *плиты древесные моноструктурные волокнистые* (ПМВ), аналогичные МДФ. Этот стандарт разработан с учётом основных нормативных положений европейского стандарта на МДФ EN 622-5:2009 «Древесноволокнистые плиты. Технические условия. Часть 5. Требования к плитам сухого способа производства (МДФ)».

Плиты древесные моноструктурные волокнистые шлифованные средней плотности общего назначения (ПМВ) изготавливаются сухим способом из мелких древесных волокон, смешанных со связующим. Прессование происходит при высокой температуре и давлении. Плотность плит составляет 600–

800 кг/м³. Данные плиты предназначены для производства мебели и других изделий, эксплуатируемых в сухих условиях. Такие плиты хорошо обрабатываются (фрезеруются, сверлятся, склеиваются, шлифуются), они легко окрашиваются, ламинируются, шпонируются.

ПМВ выпускаются длиной от 1525 мм до 3660 мм, шириной от 1220 мм до 2070 мм и толщиной от 1,8 мм до 60 мм.

По качеству поверхности плиты могут быть I или II сорта. На качество плит могут повлиять углубления и царапины на пласти плиты, различные пятна, сколы кромок и выкрашивание углов, дефекты шлифования, посторонние включения, расслоения, прогары, бахромы.

По содержанию формальдегида плиты делятся на два класса E1 и E2.

Стандарт оговаривает следующие физико-механические показатели плит: влажность, разбухание по толщине за 24 часа, предел прочности при изгибе, при растяжении перпендикулярно к пласти, модуль упругости при изгибе, удельное сопротивление нормальному отрыву наружного слоя, удельное сопротивление выдергиванию шурупов, твёрдость, покоробленность, шероховатость поверхности.

Плиты МДФ могут выпускаться также по различным техническим условиям, разработанным до введения ГОСТ 32274-2013, требования которых могут несколько отличаться от данного стандарта. Например, в Беларуси на данный материал действуют ТУ ВУ 600012256.014-2013 «Плиты древесноволокнистые сухого способа производства. Технические условия», по которым плиты могут выпускаться трёх марок: МДФ-20 с плотностью 650–700 кг/м³, МДФ-30 с плотностью 700–800 кг/м³, МДФ-40 с плотностью 750–900 кг/м³. По качеству поверхности плиты могут быть трёх сортов: 1, 2 и 3. Эти плиты имеют длину от 1220 мм до 3050 мм, ширину 1220 мм и толщину 2–6 мм.

Своеобразным современным материалом является *гибкий МДФ*, позволяющий создавать гнутые фасады различной формы. У этого материала по всей поверхности с одной из сторон профрезерованы глубокие пазы, позволяющие листу легко гнуться в направлении перпендикулярно пазам. В зависимости от размеров листа и направления пазов различают продольно-фрезерованный гибкий МДФ и поперечно-фрезерованный. Этот материал выпускается обычно толщиной от 6 мм до 19 мм и поперечными размерами от 1030 мм до 3050 мм.

Массы древесные прессовочные представляют собой подготовленные к прессованию смеси, полученные в результате совместной обработки частиц древесины, синтетических смол или их модификаций. Эти массы предназначены для изготовления конструкционных и антифрикционных деталей машин, вагонов, станков и погонажных строительных деталей.

По ГОСТ 11368-89 прессовочные массы могут изготавливаться трёх типов: МДПК — из частиц (крошки) шпона, МДПС — из стружки и МДПО — из опилок, которые в зависимости от характеристик используемого наполнителя, связующего и добавок подразделяются на 11 марок. Изделия из древесных прессовочных масс должны иметь плотность от 1220 до 1380 кг/м³.

Из смеси измельчённой древесины и связующего приготавливают также *композиции древесно-клеевые*. Данные композиции предназначены для изготов-

ления специальной формованной тары. В качестве частиц используется стружка из древесины хвойных и мягколиственных пород длиной не более 40 мм, толщиной не более 0,8 мм и связующего в количестве 16–18 от массы абсолютно сухой древесины.

Арболит — это бетон на цементном вяжущем, органических заполнителях и химических добавках, который предназначен для производства теплоизоляционных (при средней плотности до 500 кг/м^3) и конструкционных (при средней плотности от 500 до 850 кг/м^3) материалов и изделий, применяемых в зданиях с относительной влажностью воздуха не выше 60%.

В качестве органических заполнителей по ГОСТ 19222-84 в арболите могут использоваться: измельчённая древесина из отходов лесозаготовок, лесопиления и деревообработки как хвойных (в первую очередь сосна, ель, пихта), так и лиственных (в первую очередь берёза, осина, бук и тополь) пород, костра льна и конопли, измельчённые стебли хлопчатника или измельчённая рисовая солома.

Размеры древесных частиц не должны превышать по длине 40 мм, по ширине 10 мм, а по толщине 5 мм. Содержание примеси коры в измельчённой древесине должно быть не более 10%, а хвои и листьев — не более 5% от массы сухой смеси заполнителей. Заполнитель не должен иметь видимых признаков плесени или гнили, примеси инородных материалов, льда или снега. Стандартом регламентируется соотношение частиц заполнителя различных размеров.

Арболит делится на несколько классов и марок.

Арболит огнестоек, биостоек, морозостоек, хорошо удерживает гвозди, обладает хорошими звуко- и теплоизоляционными свойствами.

Плиты фибролитовые (фибролит) на портландцементе выпускались в соответствии с ГОСТ 8928-81 из смеси древесной стружки, портландцемента и химических добавок. Для изготовления фибролита используется древесная стружка из древесины сосны, ели или пихты по ГОСТ 5244-79, или смеси стружки хвойных и лиственных пород.

Фибролит обладает повышенной биостойкостью и огнестойкостью.

В строительных конструкциях зданий с относительной влажностью воздуха не выше 75% плиты марки Ф-300 используются в качестве теплоизоляционного материала, марки Ф-400 — теплоизоляционно-конструкционного и звукоизоляционного материала, марки Ф-500 — конструкционно-теплоизоляционного и звукоизоляционного материала.

Плиты выпускались длиной 2400 мм и 3000 мм, шириной 600 мм и 1200 мм и толщиной от 30 мм до 150 мм.

Плотность плит марки Ф-300 составляет $250\text{--}350 \text{ кг/м}^3$, марки Ф-400 — $351\text{--}450 \text{ кг/м}^3$, марки Ф-500 — $451\text{--}500 \text{ кг/м}^3$.

Плиты не должны иметь трещин, расслоений, сколов, комков не перемешанного вяжущего материала или не покрытой цементным раствором стружки, поверхностный слой плит не должен осыпаться.

Цементностружечные плиты (ЦСП) изготавливаются прессованием древесных частиц с цементным вяжущим и химическими добавками. Для изготовления этих плит можно использовать тонкомерную древесину хвойных или лиственных пород. Цементностружечные плиты хорошо обрабатываются, обладают

повышенной биостойкостью, огнестойкостью, водо- и морозостойкостью, не токсичны; плиты, используемые для отделки, могут шпонироваться.

Цементностружечные плиты используются в строительстве в качестве стеновых панелей, при устройстве полов и потолков и т. д.

По ГОСТ 26816-86 различают плиты марок ЦСП-1 и ЦСП-2. Плиты выпускаются длиной 3200 мм и 3600 мм, шириной 1200 мм и 1250 мм и толщиной от 8 мм до 40 мм с градацией 2 мм.

В плитах не допускаются расслоения по толщине, посторонние включения, механические повреждения.

Цементностружечные плиты имеют плотность 1100–1400 кг/м³. В стандарте оговариваются и некоторые другие показатели физико-механических свойств.

Ксилолит — строительный и конструкционный композиционный материал на основе измельчённых частиц древесины, скрепляемых магнезиальным вяжущим. Внешне это твёрдый материал белого или жёлтого цвета, который можно окрашивать, пропитывать, пилить, строгать, обрабатывать на токарном станке, в него можно вбивать гвозди.

Ксилолит используется для устройства бесшовных полов, стен, потолков, ступеней лестниц и т. д.

Данный материал относится к лёгким бетонам. Имеет плотность 900–1400 кг/м³.

Для производства ксилолита используются мелкие древесные отходы (опилки длиной от 2,5 до 8 мм, древесная мука, шлифовальная пыль). Чем мельче фракция древесных частиц, тем больше пластичность материала и чистота поверхности. В зависимости от вида заполнителя (древесных частиц), соотношения его с магнезиальным вяжущим, степени уплотнения и других параметров можно получать ксилолит с различными свойствами.

С целью изменения цвета при производстве в ксилолит могут добавляться различные красители и различные специальные добавки (шлаки, песок, кирпичная пыль и др.).

Ксилолит обладает хорошей огнеупорностью, считается экологически безопасным материалом. Этот материал паропроницаем, обладает теплоизоляционными свойствами, имеет хорошее звукопоглощение, устойчив к биоповреждениям, действию кислот, щелочей, масел, солей.

5.11. Модифицированная древесина

Под модифицированной древесиной понимают цельную древесину с направленно изменёнными свойствами. Различают различные способы модификации древесины.

При *термомеханической модификации* происходит прессование пропаренной, нагретой, или без предварительного пропаривания и нагрева древесины поперёк волокон. В результате происходит смятие клеток и уплотнение древесины; такая древесина называется также *прессованной*. При использовании сырья из древесины осины, ели, сосны и других пород, плотность может увеличиваться с 300–400 кг/м³ до 1000–1300 кг/м³. Пропорционально плотности увели-

чиваются прочность, твёрдость, ударная вязкость. Однако увеличения удельных характеристик механических свойств не происходит. Под воздействием воды прессованная древесина разбухает.

При *химической модификации* древесина обрабатывается аммиаком или уксусным ангидридом, что приводит к пластификации и самоуплотнению древесины.

При *химико-механической модификации* древесина обрабатывается мочевиной, аммиаком или другими веществами и уплотняется. Из модифицированной таким образом древесины изготавливают детали мебели, паркет, музыкальные инструменты.

При *термохимической модификации* древесина предварительно пропитывается фенолформальдегидными смолами, полиэфирными смолами и другими веществами и подвергается термообработке для полимеризации пропитывающих веществ. Такая древесина имеет крайне низкую гигроскопичность, водопоглощение, водопроницаемость, разбухание, отличается высокой плотностью, прочностью, твёрдостью и жёсткостью. Она может использоваться в строительстве и производстве мебели.

При *радиационно-химической модификации* древесина пропитывается стиролом, метилметакрилатом, винилацетатом и другими веществами и подвергается воздействию ионизирующих излучений, которые приводят к полимеризации введённых веществ.

Модификация древесины — постоянно развивающееся направление, позволяющее разрабатывать новые методы и получать новые виды продукции с различными свойствами.

5.12. Основные направления химической переработки древесины

5.12.1. Сырьё для химической переработки

К сырью для химической переработки относится сырьё древесное и корье для производства дубильных веществ, древесное сырьё для пиролиза, углежжения и угля специального назначения, древесная зелень; живица и соки, добываемые из живых деревьев.

Корье для производства древесных экстрактов заготавливается в соответствии с ГОСТ 6663-74 из различных видов ивы, из лиственницы и ели.

Древесное сырьё для выработки дубильных экстрактов заготавливается в соответствии с ГОСТ 4106-74 из древесины дуба и каштана в виде поленьев, пней, корней, отходов лесозаготовок, деревообработки и фанерного производства.

Основные требования к древесному сырью для пиролиза, углежжения и угля специального назначения приведены выше в разделе «Круглые лесоматериалы».

Древесная зелень заготавливается в соответствии с ГОСТ 21769-84. Древесная зелень представляет собой хвою, листья, почки и неодревесневшие побеги, заготовленные со свежесрубленных деревьев и кустарников. Если древесная зелень предназначена на корм сельскохозяйственным животным, не допус-

кается использовать крушину, сумах ядовитый, волчник смертельный, бузину чёрную, ракитник, орех, бук, бересклет, дуб и орешник.

В зависимости от массовой доли различных частей древесная зелень может быть I, II или III сорта.

Живицу добывают с растущих деревьев, в первую очередь сосны, при подсочке. На ствол дерева наносятся специальные V-образные поранения, задевающие заболонь. Вытекающая живица собирается сначала в специальные воронки, из которых перекачивается в бочки и отправляется на переработку.

Специальной подсочкой берёзы добывают берёзовый сок, а в некоторых странах распространена добыча кленового сока.

5.12.2. Производство целлюлозы

Сырьём для производства целлюлозы являются специально заготовленные деловые круглые лесоматериалы — балансы, которые после окорки на целлюлозно-бумажном комбинате перерабатываются в щепу. Современные технологии и оборудование позволяют получать щепу и в лесу непосредственно на месте рубки деревьев. Для производства целлюлозы могут использоваться и окорённые отходы производства пилопродукции (горбыль, рейки) или заготовки леса.

Получение целлюлозы основано на высокой химической стойкости этого вещества — в процессе варки щепы происходит растворение и удаление с варочным раствором всех веществ древесины, кроме целлюлозы. Выход целлюлозы составляет 40–50%; при большем выходе в целлюлозе будут содержаться примеси в виде лигнина, гемицеллюлоз и иных веществ.

Принципиальная схема производства целлюлозы сводится к следующим этапам:

- щепы загружаются в варочные котлы и заливаются варочным раствором;
- варка происходит при высокой температуре и определённом давлении в течение нескольких часов;
- варочный раствор с растворёнными в нём веществами древесины — щёлок — отделяют от нерастворённой целлюлозы;
- целлюлозу промывают, отделяют от примесей, при необходимости отбеливают, затем обезвоживают;
- полученную массу выкладывают в виде ленты, высушивают, прессуют и нарезают на листы.

Из щёлоков возможно извлечение целого ряда дополнительных полезных продуктов.

Основными способами производства целлюлозы являются:

1. Кислотный (или сульфитный)

Для производства целлюлозы по этому способу используется древесина малосмолистых хвойных пород (ель, пихта) и некоторых лиственных пород. Варочный раствор — сульфитная варочная кислота (раствор сернистой кислоты, содержащий бисульфит кальция $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$). Условия варки: температура 130–150°, давление 0,5–1 МПа; продолжительность варки 5–12 ч. Из сульфитно-

го щёлока получают кормовые дрожжи, этанол, ванилин, фенолы, ароматические кислоты, технические лигносульфонаты.

Регенерация химикатов из сульфитных щёлоков невысокая, что приводит к загрязнению водоемов сливными водами.

2. Щелочной (или сульфатный)

Для производства целлюлозы по этому способу может использоваться любая древесина, в том числе и смолистых хвойных пород (сосна, кедр, лиственница). Варочный раствор содержит гидроксид натрия NaOH и сульфид натрия Na_2S . Условия варки: температура $170\text{--}180^\circ$, давление $0,7\text{--}1,2$ МПа, продолжительность варки 2–5 ч. Целлюлоза, получаемая по данному способу, обладает большей прочностью.

Сульфатный щёлок имеет чёрный цвет (чёрный щёлок), он хорошо регенерируется (после упаривания, добавления сульфата натрия Na_2SO_4 и прокаливании).

Дополнительными продуктами при этом способе являются: сульфатное мыло и получаемое из него таловое масло, канифоль, частично используется лигнин.

Загрязнение окружающей среды и происходит меньше за счёт выбросов веществ в воздушную среду.

5.12.3. Производство древесной массы

Древесная масса — древесное волокно, получаемое механическим измельчением (истиранием) древесины в специальных установках — дефибрерах. Дефибрер — это объёмистый цилиндр с толстыми и прочными стенками; внутри которого находится жернов со специальным покрытием.

Для производства древесной массы используют то же сырьё, что и для производства целлюлозы — балансы. Принципиальное отличие древесной массы от целлюлозы в том, что древесное вещество содержит не только целлюлозу, но и все остальные вещества древесины.

Обычная (дефибрерная) древесная масса (ДДМ) получается истиранием круглых сортиментов в водной среде. Измельчённые волокна отводятся вместе с водой, формируются в виде ковра, высушиваются и прессуются.

Получение древесной массы экологически очень выгодно — отходы составляют всего лишь 5%. Недостаток данного метода — большая энергоёмкость (используются электродвигатели мощностью до 200 тыс. кВт).

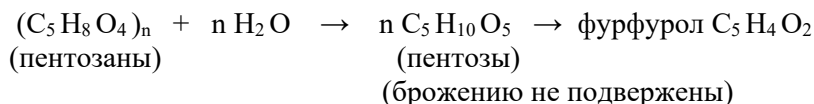
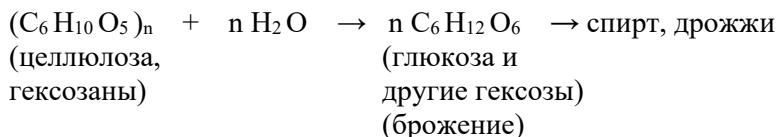
Для снижения энергозатрат были разработаны методы, использующие не круглые лесоматериалы, а щепу. Для получения *термомеханической массы* (ТММ) щепу перед измельчением нагревают в течение 2–3 мин. В результате волокна меньше разрываются и, следовательно, достигается большая прочность массы. При производстве химико-термомеханической массы (ХТММ) щепу дополнительно пропитывают щёлочью; в результате чего волокна разъединяются ещё легче.

При сочетании неглубокой химической переработки древесины и механического размалывания получают продукт с выходом 60–80%, занимающий промежуточное место между целлюлозой и древесной массой, — *полуцеллюлозу*.

5.12.4. Продукция гидролизного производства

Сырьём для гидролизного производства являются отходы древесины в виде опилок или иной измельчённой древесины.

По сути гидролиз древесины — это деструкция древесины, происходящая под действием воды. Реакции гидролиза противоположны реакциям, происходящим в клеточной оболочке при формировании цепочки макромолекулы целлюлозы:



Сырьё загружается в автоклав, где под воздействием кислоты, повышенных температур и давления происходит разложение целлюлозы и гемицеллюлоз с образованием раствора простых сахаров и выделение летучих веществ; лигнин в реакциях гидролиза не участвует и остается в твёрдом состоянии.

В зависимости от основного целевого конечного продукта различают три типа гидролиза (рис. 131).



Рис. 131

Схема типов гидролиза и количество получаемых целевых продуктов

Очищенные простые сахара сбраживают в бродильных чанах с попутным выделением углекислого газа. Из бражки в ректификационных аппаратах выделяют этиловый спирт.

Кормовые дрожжи получают из оставшейся части бражки — барды.

Из паров выделяют метиловый спирт, фурфурол.

Лигнин является побочным продуктом гидролиза.

Кормовые дрожжи используются в качестве ценного белкового корма в животноводстве.

Фурфурол имеет вид маслянистой жидкости с запахом ржаного хлеба. Лучшей породой для его получения является берёза. Фурфурол используется для очистки нефти и растительных масел, в производстве пластмасс, синтетических красителей, антисептической пропитки дерева, используется для производства лекарственных веществ, например, фурацилин, при производстве гербицидов.

5.12.5. Пиролиз древесины и коры

Пиролиз — процесс деструкции древесины, происходящей под воздействием тепла в среде, практически не содержащей кислорода.

Наиболее древний способ пиролиза сводился к следующему: на землю выкладывалась древесина, засыпалась землей, поджигалась и горела в таких условиях в течение нескольких суток. Единственный продукт, получаемый при таком пиролизе — древесный уголь.

Современный способ — ретортный, — протекает в специальной замкнутой камере — реторе. Основной процесс происходит при контролируемой температуре 275–400° в течение 16–24 часов.

Продукты, получаемые при пиролизе:

- древесный уголь — 24–25%;
- жидкий дистиллят — 50–55% (вода и растворённые вещества);
- газообразные продукты — 22–23%.

Основной целевой продукт — древесный уголь. Чем выше температура пиролиза, тем чище (химически) получается уголь, так при температуре 900° достигается чистота углерода 98%.

Плотность древесного угля составляет 270–425 кг/м³, пористость — 77–85%.

Древесный уголь в отличие от каменного угля не содержит примесей (например, серы). Древесный уголь имеет очень широкое применение — при очистке жидкостей и газов, в медицине, электротехнике.

Газообразные продукты пиролиза включают: углекислый газ, угарный газ, водород, метан. В состав жижки входят: вода, кислоты, метиловый спирт, сложные эфиры, кетоны, смола.

Разновидностью пиролиза можно считать *газификацию древесины* — процесс, происходящий в газогенераторе с ограниченным доступом кислорода. Генераторный газ состоит из угарного газа, водорода, метана, тяжелых углеводородов, углекислого газа, азота, и может использоваться в качестве топлива.

5.12.6. Продукция терпентинно-канифольного и канифольно-экстракционного производства

Терпентинно-канифольное производство основано на переработке живицы, полученной при подсочке растущих деревьев сосны обыкновенной. Поступающая на производство живица очищается и перегоняется. После разделения из живицы получаются два продукта — канифоль (смоляные кислоты) и скипидар.

Канифоль используется в целлюлозно-бумажном производстве (для проклейки бумаги), в лакокрасочном, электротехническом производстве, произ-

водстве шин, синтетического каучука, мыловаренной промышленности, производстве линолеума, пластмасс, для смазки струн смычковых инструментов и в других областях.

Канифольно-экстракционное производство основано на переработке пневого осмола — смолистой древесины сосновых пней, древесины засмолков.

Пневый смол заготавливают путём корчевания и разделки на куски сосновых пней. Заготовленное сырьё измельчается в щепу, и подвергается последующей экстракции бензином смолистых веществ и выделения скипидара и канифоли из экстракта.

5.12.7. Производство дубильных экстрактов

Дубильные вещества могут быть получены из коры многих пород (ивы, ели, пихты, лиственницы) или отходов древесины дуба или каштана.

Процесс получения дубильных веществ сводится к следующему.

Дубильное сырьё (корьё или древесина) измельчается и заливается горячей подкисленной водой. После экстракции дубильных веществ раствор экстракта сливают и упаривают до нужной концентрации или до твёрдого экстракта.

Наилучшая порода для получения — австралийская чёрная акация содержит в коре до 50% таннидов.

Несмотря на широкое распространение синтетических таннидов — синтанов, натуральные танниды пользуются широким спросом. Танниды используются для дубления кож, производства чернил, в текстильной промышленности, в медицине.

5.12.8. Производство биологически активных веществ

Биологически активные вещества (БАВ) — это вещества, небольшие количества которых оказывают то или иное физиологическое или биологическое воздействие на человека, животных или растений. В древесных растениях БАВ находятся в листьях и хвое, в почках, коре, древесине. Это, как правило, экстрактивные вещества.

К биологически активным веществам относятся: эфирные масла, растительные гормоны, смолы, витамины, дубильные вещества, белки, липиды, алкалоиды, гликозиды (терпены, органические кислоты и др.), пигменты (хлорофилл, каротин).

Получение БАВ — интенсивно развивающееся направление химической переработки растительного сырья; использование современного оборудования и технологий значительно расширяет потенциальные возможности, и позволяет получать всё новые и новые вещества.

Биологически активные вещества широко используются в растениеводстве, животноводстве, медицине, парфюмерной промышленности.

5.13. Использование коры

До недавнего времени кора являлась важнейшим отходом переработки древесины. По всему миру после окорки бревён, используемых в строительстве, производстве пилопродукции, целлюлозы и древесной массы накапливались огромные количества коры.

В современных условиях, несмотря на то, что кора остается отходом производства, она всё больше и больше находит применение в различных областях и становится подчас ценным сырьём.

Традиционно кора может использоваться в качестве топлива. Трудности такого использования коры — её высокая влажность. Для эффективного горения влажность должна быть не более 60%. Снижение влажности коры возможно подсушкой, отжимом в специальных короотжимных прессах, смешением с измельчённой древесиной. На сегодняшний день существуют установки, позволяющие сжигать и очень влажные древесные отходы.

Кора может использоваться в качестве органического удобрения. Для этого кора измельчается, укладывается в бурты, в неё вносится азот (кора содержит мало азота и без увеличения его количества у растений наступает азотное голодание). Полученный компост готов к применению через 6–12 недель.

Традиционным направлением является химическая переработка коры — от получения дубильных, красящих веществ до биологически активных веществ.

Из коры берёзы может добываться дёготь — тёмная густая жидкость, содержащая бензол, ксилол, крезол, толуол, фенол и другие вещества, который широко применяют в медицине (мазь Вишневского) и косметике (дегтярное мыло), производстве креозота. Из бересты берёзы добывают бетулин, обладающий прекрасными антисептическими свойствами. Из коры бересклета можно получать гуттаперчу. Разработаны технологии получения качественного натурального клея из древесной коры.

Кора может использоваться для производства плитных материалов: гипсокорковых плит (королита), цементно-корковых плит, плит на фенольных смолах. Проблемы такого использования коры в том, что экстрактивные вещества являются антагонистами процессов отверждения. Кора может добавляться в обычные древесностружечные плиты или плиты ОСБ. Однако наличие частиц коры на поверхности при увеличении их влажности может привести к появлению плесени, выделению экстрактивных веществ и изменению окраски.

Кора некоторых пород используется как самостоятельный материал. Например, кора пробкового дуба, произрастающего в Средиземноморье, используется в производстве укупорочной пробки, как тепло-, звукоизоляционный и отделочный материал в строительстве, в ряде других областей. Различают 60 сортов средиземноморской пробки. Пробковый слой снимается с растущих деревьев, и со временем восстанавливается на дереве; одно дерево может дать до 100 кг пробки. В нашей стране пробку меньшего размера можно получать из коры бархата амурского.

Кора многих древесных растений используется как материал для художественных изделий. Береста берёз, использовавшаяся издревле на Руси для берестяных грамот, изготовления одежды, предметов быта широко используется как материал для художественных промыслов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ И РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Азаров, В. И.* Химия древесины и синтетических полимеров : учебник для вузов / В. И. Азаров, А. Б. Буров, А. В. Оболенская. — СПб. : СПбЛТА, 1999. — 628 с.
2. *Антонова, Г. Ф.* Рост клеток хвойных. — Новосибирск, 1999. — 232 с.
3. *Боровиков, А. М.* Справочник по древесине / А. М. Боровиков, Б. Н. Уголев. — М. : Лесная пром-сть, 1989. — 246 с.
4. *Ваганов, Е. А.* Рост и структура годичных колец хвойных / Е. А. Ваганов, А. В. Шашкин. — Новосибирск, 2000. — 232 с.
5. *Вакин, А. Т.* Пороки древесины. — 2-е изд. — М. : Лесная промышленность, 1980. — 112 с.
6. *Вакин, А. Т.* Хранение круглого леса. — М. : Лесная пром-ть, 1964. — 429 с.
7. *Ванин, С. И.* Древесиноведение. — 3-е изд. — М.-Л. : Гослесбумиздат, 1949. — 472 с.
8. *Ванин, С. И.* Древесиноведение. — Л. : Гослестехиздат, 1934. — 548 с.
9. *Веретенников, А. В.* Физиология растений : учебник для вузов. — 3-е изд. — М. : Академический проект, 2006. — 480 с.
10. *Вихров, В. Е.* Диагностические признаки древесины главнейших лесохозяйственных и лесопромышленных пород СССР. — М. : Изд. АН СССР, 1959. — 132 с.
11. *Горшкова, Т. А.* Растительная клеточная стенка как динамическая система. — М. : Наука, 2007. — 429 с.
12. ГОСТ 2140-81. Видимые пороки древесины. Классификация, термины и определения, способы измерения. — М. : ИПК Издательство стандартов, 1997.
13. *Житков, А. В.* Утилизация древесной коры. — М. : Лесная пром-ть, 1985. — 136 с.
14. *Леонтьев, Л. Л.* Древесиноведение и лесное товароведение : учебник. — 3-е изд., стер. — СПб. : Лань, 2019. — 416 с.
15. *Лотова, Л. И.* Морфология и анатомия высших растений — М. : Эдиториал УРСС, 2001. — 526 с.
16. *Медведев, С. С.* Физиология растений : учебник. — СПб. : Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2004. — 336 с.
17. *Никитин, В. М.* Химия древесины и целлюлозы. — Л. : Гослесбумиздат, 1951. — 495 с.
18. *Никитин, В. М.* Химия древесины и целлюлозы / В. М. Никитин, А. В. Оболенская, В. П. Щеголев. — М. : Лесная пром-ть, 1978. — 368 с.
19. *Никитин, Н. И.* Химия древесины и целлюлозы. — М.-Л. : Изд. АН СССР, 1962. — 711 с.
20. *Перелыгин, А. М.* Древесиноведение. — 2-е изд., перераб. и доп. Б. Н. Уголевым. — М. : Лесная пром-ть, 1969. — 319 с.

21. *Перельгин, Л. М.* Строение древесины. — М. : Изд. АН СССР, 1954. — 200 с.
22. *Полубояринов, О. И.* Плотность древесины. — М. : Лесная пром-ть, 1976. — 160 с.
23. *Рипачек, В.* Биология дереворазрушающих грибов. — М. : Лесная пром-сть, 1967. — 276 с.
24. *Серговский, П. С.* Гидротермическая обработка и консервирование древесины. — 2-е изд. — М. : Лесная пром-сть, 1968. — 448 с.
25. *Уголев, Б. Н.* Древесиноведение и лесное товароведение : учебник для вузов. — 5-е изд., перераб. и доп. — М. : МГУЛ, 2007. — 351 с.
26. *Уголев, Б. Н.* Испытания древесины и древесных материалов. — М. : Лесная пром-сть, 1965. — 252 с.
27. *Уголев, Б. Н.* Контроль напряжений при сушке древесины / Б. Н. Уголев, Ю. Г. Лапшин, Е. В. Кротов. — М. : Лесная пром-сть, 1980. — 206 с.
28. *Фенгел, Д.* Древесина (химия, ультраструктура, реакции) : пер. с англ. / Д. Фенгел, Г. Вегенер. — М. : Лесная пром-сть, 1988. — 512 с.
29. *Харук, Е. В.* Проницаемость древесины газами и жидкостями. — Новосибирск : Наука, Сибирское отделение, 1976. — 191 с.
30. *Цывин, М. М.* Использование древесной коры. — М. : Лесная пром-сть, 1973. — 96 с.
31. *Чавчавадзе, Е. С.* Древесина хвойных. Морфологические особенности, диагностическое значение — Л. : Наука, 1979. — 192 с.
32. *Чудинов, Б. С.* Вода в древесине. — Новосибирск : Наука, 1984. — 270 с.
33. *Шарова, Е. И.* Клеточная стенка растений. — СПб. : Издательство С.-Петерб. ун-та, 2004. — 156 с.
34. *Эссу, К.* Анатомия растений. — М., 1969. — 564 с.
35. *Яценко-Хмелевский, А. А.* Основы и методы анатомического исследования древесины. — М.—Л. : Изд АН СССР, 1954. — 339 с.
36. *Abe, H.* Review. The orientation of cellulose microfibrils in the cell walls of tracheids in conifers / H. Abe, R. Funada // IAWA. — J., 2005, 26, 2. — P. 161–174.
37. *Baeza, J.* Chemical Characterization of Wood and its Components / J. Baeza, J. Freer ; D. N.-S. Hon, N. Shiraishi (eds.) // Wood and Cellulosic Chemistry. — 2nd ed., rev. and expanded. — New York, Basel : Marcel Dekker, Inc, 2001. — P. 275–384.
38. *Bailey, I. W.* The cambium and its derivative tissues. — II. Size variation of cambial initials in gymnosperms and angiosperms. — Amer. J. Bot, 1920 a, 7. — P. 355–367.
39. *Bailey, I. W.* The cambium and its derivative tissues. — III. A reconnaissance of cytological phenomena in the cambium. — Amer. J. Bot, 1920 b, 7. — P. 417–434.
40. *Bosshard, H. H.* Holzkunde. — Bd. 1. Mikroskopie und Makroskopie des Holzes. — Basel und Stuttgart : Birkhäuser Verlag, 1974. — 224 s.
41. *Bosshard, H. H.* Holzkunde. — Bd. 2. Zur Biologie, Physik und Chemie des Holzes. — Birkhäuser Verlag Basel, 1974. — 312 s.

42. *Bowyer, J. L.* Forest products and wood science: an introduction / J. L. Bowyer, R. Shmulsky, J. G. Haygreen. — 5 ed. — Ames, Oxford, Carlton : Blackwell Publishing, 2007. — 558 p.
43. *Brown, H. P.* Textbook of wood technology / H. P. Brown, A. J. Panshin, C. C. Forsaith. — V. 1. — NY, Toronto, London : MacGRAW-HILL BOOK COMPANY, 1949. — 652 p.
44. *Brown, H. P.* Textbook of wood technology / H. P. Brown, A. J. Panshin, C. C. Forsaith. — V. 2. — NY, Toronto, London : MacGRAW-HILL BOOK COMPANY, 1952. — 783 p.
45. *Butterfield, B. G.* Wood anatomy in relation to wood quality / J. R. Barnett, G. Jeronimidis (eds.) // Wood quality and its biological basis. — Oxford, Carlton : Blackwell Publishing, 2003. — P. 30–52.
46. *Carlquist, S.* Comparative Wood Anatomy. Systematic, Ecological and Evolutionary Aspects of Dicotyledon Wood. — 2 ed. — Berlin et al. : Springer Verlag, 2001. — 448 p.
47. *Denne, M. P.* Definition of latewood according to Mork (1928) / IAWA Bulletin n. s., 1988, 10, 1. — P. 59–62.
48. *Desch, H. E.* Timber structure, properties, conversion and use / H. E. Desch, J. M. Dinwoodie. — 7 ed. — Hampshire, New York : Palgrave Macmillan, 1996. — 306 p.
49. *Higuchi, T.* Biochemistry and Molecular Biology of Wood. — Berlin : Springer-Verlag, 1997. — 362 p.
50. *Hillis, W. E.* Heartwood and Tree Exudates. — Berlin et al. : Springer-Verlag, 1987. — 268 p.
51. *Hon, D. N.-S.* Color and discoloration / D. N.-S. Hon, N. Minemura ; D. N.-S. Hon, N. Shiraishi (eds.) // in Wood and Cellulosic Chemistry. — 2nd ed., rev. and expanded. — New York, Basel : Marcel Dekker, Inc. — 2001. — P. 385–442.
52. Holz-Lexikon, 4 Auflage. — Bd. 1. A–K. — DRW-Verlag, 2003. — 734 s.
53. Holz-Lexikon, 4 Auflage. — Bd. 2. L–Z. — DRW-Verlag, 2003. — 689 s.
54. *Hughes, F. E.* Tension wood: a review of literature. — Forestry abstracts, 1965. — V. 26, № 1, P. 2–9; V. 26, № 2, P. 179–186.
55. IAWA List of microscopic features for hardwood identification / E. A. Wheeler, P. Baas, P. E. Gasson (eds.) — IAWA Bulletin n. s., 1989, 10, 3. — P. 219–332 (4th printing 2007).
56. IAWA List of microscopic features for softwood identification / H. G. Richter, D. Grosser, I. Heins, P. E. Gasson (eds.) — IAWA Journal, 2004, 25, 1. — P. 1–70.
57. *Junikka, L.* Survey of english macroscopic bark terminology. — IAWA Journal, 1994. — V. 15, № 1. — P. 3–45.
58. *Keith, C. T.* Resin content of red pine wood and its effect on specific gravity determinations. — The Forestry Chronicle 1969, V. 45, № 5. — P. 338–343.
59. *Knigge, W.* Grundriß der Forstbenutzung / W. Knigge, H. Schulz. — Hamburg, Berlin : Parey, 1966. — 540 s.
60. *Kollmann, F. E. P.* Principles of Wood Science and Technology / F. E. P. Kollmann, W. A. Côté. — I. Solid Wood. — Berlin, Heidelberg, New York : Springer-Verlag, 1968. — 592 p.

61. *Langenheim, J. H.* Plant Resins. Chemistry, Evolution, Ecology and Ethnobotany. — Portland, Cambridge : Timber Press, 2003. — 586 p.
62. *Larson, P. R.* The vascular cambium: development and structure. — Berlin et al. : Springer Verlag, 1994. — 725 p.
63. *Lohmann, U.* Holz-Handbuch, 6 Auflge. — DRW-Verlag, 2006. — 349 s.
64. *Metcalf, C. R.* Anatomy of the Dicotyledons / C. R. Metcalfe, L. Chalk. — Vol. 1. Systematic anatomy of the leaf and stem. 2 ed. — Clarendon Press, Oxford, 1979 (reprinted 2004). — 276 p. + 18 plates.
65. *Metcalf, C. R.* Anatomy of the Dicotyledons / C. R. Metcalfe, L. Chalk. — Vol. 2. Wood Structure and Conclusion of the General Introduction. 2 ed. — Clarendon Press, Oxford, 1983 (reprinted 2004). — 297 p. + 11 plates.
66. *Niemz, P.* Physik des Holzes und der Holzwerkstoffe. — DRW-Verlag, 1993. — 243 s. (S. 76–89).
67. *Nördlinger, H.* Die technischen Eigenschaften der Hölzer für Forst- und Baubeamte, Technologen und Gewerbetreibende. J. G. Cotta'scher Verlag, Stuttgart, 1860. — 550 p.
68. *Pallardy, S. G.* Physiology of woody plants. — 3rd ed. — Elsevier, 2008. — 454 p.
69. *Rijsdijk, J. F.* Physical and Related Properties of 145 Timbers. Information for practice / J. F. Rijsdijk, P. B. Laming. — Dordrecht, Boston, London : Kluwer Academic Publishers, 1994. — 380 p.
70. *Saka, Sh.* Chemical Composition and Distribution / D. N.-S. Hon, N. Shiraishi (eds.) // in Wood and Cellulosic Chemistr. — 2nd ed., rev. and expanded. — New York, Basel : Marcel Dekker, Inc., 2001. — P. 51–81.
71. *Sakai, K.* Chemistry of Bark / D. N.-S. Hon, N. Shiraishi (eds.) // in Wood and Cellulosic Chemistry. — 2nd ed., rev. and expanded. — New York, Basel : Marcel Dekker, Inc., 2001. — P. 243–273.
72. *Schweingruber, F. H.* Wood structure and envirointment. — Berlin, Heidelberg, New York : Springer Verlag, 2007. — 279 p.
73. *Siau, J. F.* Transport processes in wood. — Berlin, et. al. : Springer-Verlag, 1984. — 245 p.
74. *Skaar, C.* Wood-water relations. — Berlin, et. al. : Springer-Verlag, 1988. — 283 p.
75. The cambial derivatives. Enciclopedia of plant anatomy / M. Iqbal (ed.). — Bd. 9, Teil 4. — Berlin, Stuttgart : Borntraeger, 1995. — 363 p.
76. *Timell, T. E.* Compression Wood in Gymnosperms. — Vol. 1. — Berlin et al. : Springer-Verlag, 1986. — 706 p.
77. *Trendelenburg, R.* Das Holz als Rohstoff. — München, Berlin : J. E. Lehmann Verlag, 1939. — 435 s.
78. *Trendelenburg, R.* Das Holz als Rohstoff/ R. Trendelenburg, H. Mayer-Wegelin. — 2 Aufl. — München, 1955.— 541 s.
79. *Tyree, M. T.* Xylem structure and ascent of sap./ M. T. Tyree, M. H. Zimmermann. — 2 ed. — Berlin et al. : Springer-Verlag, 2002. — 282 p.

80. *Umezawa, T.* Chemistry of Extractives / D. N.-S. Hon, N. Shiraishi (eds.) // in Wood and Cellulosic Chemistry. — 2nd ed., rev. and expanded. — New York, Basel : Marcel Dekker, Inc., 2001. — P. 213–241.
81. *Vaganov, E. A.* Growth dynamics of conifer tree rings: images of past and future environments / E. A. Vaganov, M. K. Hughes, A. V. Shashkin. — Berlin, Heidelberg : Springer-Verlag, 2006. — 354 p.
82. *Vaucher, H.* Tree bark. A color guide. — Portland, Cambridge : Timber Press, 2003. — 260 p.
83. *Wagenführ, R.* Anatomie des Holzes. — 5 Auf. — DRW — Verlag, 1999. — 188 s.
84. *Wagenführ, R.* Holzatlas. — 6 Auf. — Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag, 2007. — 816 s.
85. *Wedel, K.* Hydrostatische verfahren zur bestimmung der rohdichte von holzhroben. — Holz als Roh- und Werkstoff, 1962, Bd. 20, № 9. — S. 360–364.
86. *Wilson, K.* The anatomy of wood: its diversity and Variability / K. Wilson, D. J. B. White. — London : Stobart & Son LTD, 1986. — 309 p.
87. *Wodzicki, T. J.* Mechanism of xylem differentiation in *Pinus sylvestris* L.-J. Exp. Biol., 1971. 22. — P. 670–687.
88. Wood and Cellulosic Chemistry / D. N.-S. Hon, N. Shiraishi (eds.). — 2nd ed., rev. and expanded. — New York, Basel : Marcel Dekker, Inc., 2001. — 914 p.
89. *Zahner, R.* Water deficit and growth of trees / ed. T. T. Kozlowski // Water Deficit and Plant Growth. — V. 2. — Academic Press, New York, 1968. — P. 191–254.
90. *Zobel, B. J.* Wood Variation. Its Causes and Control / B. J. Zobel, J. P. van Buijtenen. — Berlin et al. : Springer-Verlag, 1989. — 363 p.



ОГЛАВЛЕНИЕ

Вступление	3
1. Строение древесины.....	10
1.1. Элементный состав и зольность древесины.....	10
1.2. Химический состав древесины	11
1.3. Микроскопическое строение древесины	16
1.3.1. Строение клеточной оболочки.....	16
1.3.2. Камбий и его функции в растущем дереве	18
1.3.3. Этапы образования и роста новых клеток древесины.....	19
1.3.4. Основные типы клеток древесины	20
1.3.5. Способы сообщения между соседними клетками древесины	20
1.3.6. Особенности клеточного строения и основные виды клеток древесины хвойных пород.....	20
1.3.7. Особенности клеточного строения и основные виды клеток древесины лиственных пород	23
1.3.8. Особенности клеточного строения коры (луба)	26
1.4. Макроскопическое строение древесины.....	26
1.4.1. Элементы макроскопического строения древесины	27
1.4.2. Текстура древесины	38
1.4.3. Макроскопическое строение коры	40
1.5. Морфология дерева	41
2. Физические свойства древесины	49
2.1. Древесина как трёхфазная система	49
2.2. Оптические свойства древесины	49
2.3. Акустические (звуковые) свойства древесины	52
2.4. Электрические свойства древесины.....	54
2.5. Тепловые свойства древесины.....	57
2.6. Влажность древесины	59
2.6.1. Методы определения влажности древесины.....	60
2.6.2. Состояния древесины по влажности	61
2.6.3. Формы воды в древесине.....	62
2.6.4. Влажность древесины растущего дерева (= влажность свежесрубленной древесины)	64
2.6.5. Гигроскопичность древесины. Сорбция и десорбция	67
2.6.6. Равновесная и устойчивая влажность древесины.....	68
2.6.7. Предел насыщения клеточных оболочек.....	69
2.6.8. Водопоглощение древесины	70
2.6.9. Высыхание древесины.....	71
2.7. Усушка и разбухание древесины.....	72
2.7.1. Усушка древесины	72
2.7.2. Разбухание древесины	75
2.7.3. Напряжения в древесине	78

2.7.4. Растрескивание древесины при высыхании	78
2.7.5. Коробление древесины при высыхании	79
2.8. Плотность древесины.....	80
2.8.1. Способы выражения (виды) плотности древесины	80
2.8.2. Методы определения плотности древесины	84
2.8.3. Изменчивость плотности древесины	88
2.8.4. Пористость древесины.....	95
3. Механические свойства древесины	97
3.1. Классификация механических свойств древесины	97
3.2. Особенности механических свойств древесины.....	98
3.3. Характеристика отдельных механических свойств древесины	99
3.3.1. Прочность древесины при сжатии	99
3.3.2. Прочность древесины при растяжении.....	101
3.3.3. Прочность при статическом изгибе древесины	102
3.3.4. Прочность древесины при скалывании вдоль волокон.....	103
3.3.5. Деформативные свойства древесины.....	104
3.3.6. Ударная вязкость древесины при изгибе.....	105
3.3.7. Твёрдость древесины.....	107
3.3.8. Удельные характеристики механических свойств древесины	108
4. Краткая характеристика древесины некоторых пород.....	110
4.1. Хвойные породы.....	110
4.2. Лиственные кольцесосудистые породы.....	115
4.3. Лиственные рассеяннососудистые породы	124
5. Лесное товароведение	139
5.1. Основы стандартизации продукции в России	139
5.2. Показатели качества лесных товаров.....	144
5.3. Пороки древесины.....	145
5.4. Классификации лесных товаров	173
5.5. Учёт и маркировка заготовленной древесины	175
5.6. Круглые и колотые лесоматериалы.....	179
5.7. Пиломатериалы	200
5.8. Шпон.....	208
5.9. Измельчённая древесина	210
5.10. Композиционные древесные материалы	212
5.10.1. Клееная древесина.....	212
5.10.2. Композиционные материалы на основе измельчённой древесины.....	222
5.11. Модифицированная древесина	229
5.12. Основные направления химической переработки древесины.....	230
5.12.1. Сырьё для химической переработки	230
5.12.2. Производство целлюлозы.....	231
5.12.3. Производство древесной массы.....	232
5.12.4. Продукция гидролизного производства	233
5.12.5. Пиролиз древесины и коры	234

5.12.6. Продукция терпентинно-канифольного и канифольно-экстракционного производства	234
5.12.7. Производство дубильных экстрактов	235
5.12.8. Производство биологически активных веществ.....	235
5.13. Использование коры	235
Список использованной и рекомендуемой литературы	237



Леонид Леонидович ЛЕОНТЬЕВ
ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ И ЛЕСНОЕ ТОВАРОВЕДЕНИЕ
Уч е б н и к

Зав. редакцией ветеринарной
и сельскохозяйственной литературы *Т. В. Карпенко*
Ответственный редактор *С. В. Макаров*
Подготовка макета *Д. А. Вакулова*
Корректор *В. А. Иутин*
Выпускающий *О. В. Шилкова*



ЛР № 065466 от 21.10.97
Гигиенический сертификат 78.01.10.953.П.1028
от 14.04.2016 г., выдан ЦГСЭН в СПб
Издательство «ЛАНЬ»
lan@lanbook.ru; www.lanbook.com
196105, Санкт-Петербург, пр. Юрия Гагарина, д.1, лит. А.
Тел.: (812) 336-25-09, 412-92-72.
Бесплатный звонок по России: 8-800-700-40-71

Подписано в печать 04.08.20.
Бумага офсетная. Гарнитура Школьная. Формат 70×100¹/₁₆.
Печать офсетная. Усл. п. л. 20,15. Тираж 30 экз.

Заказ № 792-20.

Отпечатано в полном соответствии
с качеством предоставленного оригинал-макета
в АО «Т8 Издательские технологии»
109316, г. Москва, Волгоградский пр., д. 42, к. 5.