

Электронный архив УГЛТУ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный
лесотехнический университет»

И.Т. Глебов

**ЛЕСНОЕ ТОВАРОВЕДЕНИЕ
С ОСНОВАМИ ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЯ**

Учебное пособие

Екатеринбург
2018

УДК 674.038.3(075.8)

ББК 37.11.я7

Г53

Рецензенты:

кафедра деревообрабатывающих станков Белорусского государственного технологического университета;

О.А. Рублева – канд. техн. наук, доцент кафедры машин и технологии деревообработки ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»

Глебов, И.Т.

Г53 Лесное товароведение с основами древесиноведения: учебное пособие / И.Т. Глебов. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2018. – 170 с.

ISBN 978-5-94984-668-1

В учебном пособии рассмотрено понятие товароведения, его основные признаки, а также принципы классификации лесных товаров. Приведены термины и определения лесных товаров, даны основные характеристики круглых лесоматериалов, пиломатериалов, строганного и лущеного шпона, фанеры, древесностружечных плит, волокнистых плит, цементно-стружечных плит, товаров лесохимической переработки древесины. Показан обмер, учет и маркировка лесоматериалов. Представлены сортообразующие пороки древесины.

В части древесиноведения объясняется строение древесины, породы, механические и физические свойства древесины. Рассмотрены гигроскопичность и деформативность древесины, влажность и плотность, тепловые и электрические свойства древесины, акустические свойства, термосопротивление и паропроницаемость древесины.

Учебное пособие предназначено для обучающихся лесотехнических вузов, а именно магистров, аспирантов.

Издается по решению редакционно-издательского совета Уральского государственного лесотехнического университета.

УДК 674.05.(075.8)

ББК 37.11.я7

ISBN 978-5-94984-668-1

© ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», 2018

© Глебов И.Т., 2018

ВВЕДЕНИЕ

Россия – страна лесов с огромными запасами деловой древесины, которые достигают 1/4 всех мировых запасов. Земли лесного фонда Российской Федерации занимают 825,6 млн га, что составляет примерно 45 % всей площади страны. При этом запас древесины равен 82 млрд м³. Основную долю лесобразующих пород составляют сосна, ель, лиственница, кедр, береза, осина [1, 2, 3].

Основным потребителем деловой древесины является деревообрабатывающая промышленность, которая занимается производством пиломатериалов, деревянных домов, шпал, мебели, тары, плитных материалов, спортивного инвентаря и др. Лесопильное производство перерабатывает около 2/3 всей производимой деловой древесины.

Сейчас в России работают более 25000 лесопильных предприятий. Из них половина – малые предприятия с объемом производства до 5000 м³ в год. Однако, как показывает зарубежный опыт, более рентабельны большие и средние предприятия.

Лесное товароведение с основами древесиноведения рассматривает различные товары, производимые из древесины, излагает требования к ним, приведенные в нормативных документах, а также показатели качества, обмера и учета товаров, их хранения.

Учебная дисциплина предназначена для студентов бакалавриата с направлением подготовки 35.03.02 «Технология лесозаготовительных и деревообрабатывающих производств», 35.03.01 «Лесное дело» и профилем подготовки 35.03.01-01 «Лесное хозяйство», 35.03.01-03 «Лесоустройство и лесопользование», 35.03.01-05 «Лесомелиорация и инженерная биология».

Часть 1

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТОВАРОВЕДЕНИЯ

1. Товароведение как наука и учебная дисциплина

1.1. Понятие товароведения

Товароведение – научная дисциплина, изучающая потребительные свойства товаров, их классификацию, стандартизацию, факторы, формирующие качество товаров, и условия сохранения качества, закономерности формирования ассортимента и его структуру [4]. Термин товароведение произошел от слов «товар» и «ведать».

Объектом товароведения является товар – продукт труда, произведенный для купли-продажи, обмена или иного введения в оборот (ГОСТ Р 51303-2013) [5]. Товары могут быть продовольственные и непродовольственные, народного потребления и производственного назначения.

Товары народного потребления – товары, предназначенные для продажи населению с целью личного, семейного, домашнего или иного использования, не связанного с предпринимательской деятельностью.

Товары производственного назначения – товары, предназначенные для продажи юридическим лицам и индивидуальным предпринимателям с целью их использования в хозяйственной деятельности.

Товар обладает двумя свойствами: потребительной стоимостью и стоимостью.

Потребительная стоимость – это способность товара удовлетворять какую-либо потребность общества или отдельного человека, когда товар становится полезным предметом. Товар должен иметь не просто потребительную стоимость, а общественную потребительную стоимость, когда он призван удовлетворять потребности не самого производителя, а других членов общества, к которым поступает в процессе обмена. Таким образом, каждый товар имеет свое предназначение. К примеру, фанера предназначена для использования в строительстве, авиастроении, автомобилестроении, судостроении.

Потребность – это физиологическое или психологическое ощущение недостатка чего-либо. Потребность нельзя непосредственно наблюдать или измерять. О ее существовании можно судить по поведению людей. Потребность побуждает людей к совершению определенных действий. При удовлетворении потребности человек ощущает чувство облегчения, благополучия, снятия напряжений. Понятие потребности всегда связано с человеком, поставившим цель удовлетворения потребности.

Значение потребительной стоимости заключается в том, что она составляет вещественное содержание богатства любого общества. С потребительной стоимостью связаны качество продукции, конкурентоспособность, значение которых возрастает в современных условиях.

Обладая общественной потребительной стоимостью, любой товар может быть обменен на иной товар либо услугу. Эта особенность товара называется *меновою стоимостью*.

Стоимость товара – овеществленный в товаре общественный труд производителей. Величина стоимости отдельных товаров определяется количеством труда, затраченного на его производство, и измеряется рабочим временем. Стоимость лежит в основе цен товаров.

Стоимостью может обладать только вещь, представляющая собой потребительную стоимость, однако не всякая полезная вещь, не каждая потребительная стоимость обладает стоимостью. Предметы, к которым не был приложен труд человека, стоимостью не обладают. С другой стороны, сами по себе затраты труда еще не делают продукт стоимостью: продукты труда, произведенные для собственного потребления, свойство стоимости не приобретают.

Стоимостью может обладать только вещь, представляющая собой потребительную стоимость, однако не всякая полезная вещь, не каждая потребительная стоимость обладает стоимостью (предметы, к которым не был приложен труд человека, стоимости не имеют). С другой стороны, сами по себе затраты труда еще не делают продукт стоимостью (продукты труда, произведенные для собственного потребления, свойство стоимости не приобретают).

Потребительная стоимость присуща всем продуктам труда, и в зависимости от характера потребления она может быть индивидуальной и общественной.

Индивидуальной называют потребительную стоимость продуктов труда, произведенных для личного потребления.

Общественной потребительной стоимостью обладают товары, созданные для удовлетворения общественных потребностей, для продажи.

Товар характеризуется ценой. Цены могут быть разные [6].

Стоимость товара зависит от ряда факторов, главными из которых являются производительность, интенсивность и сложность труда.

Производительность труда измеряется количеством товаров, производимых в единицу времени, или величиной времени, затрачиваемого на единицу производимой продукции. Повышение производительности труда приводит к уменьшению рабочего времени, необходимого для производства товара, и, следовательно, к снижению величины его стоимости. Например, если в лесопильном цехе за 8 часов рабочего времени будет напилено не 60 м³ пиломатериалов, а 120 м³, то стоимость 120 м³ пиломатериалов будет измеряться теми же 8 часами труда, хотя производительность при этом увеличится вдвое, а стоимость каждого кубометра пиломатериалов соответственно понизится.

Интенсивность труда – затраты труда в единицу времени. Более интенсивный труд позволяет получить большее количество товаров и создает большую по величине стоимость в единицу времени. Например, если при производстве пиломатериалов интенсивность труда повышается в 2 раза по сравнению со средней, то 8 часов труда фактически будут равны 16 часам труда, а стоимость каждого кубометра пиломатериалов при прочих равных условиях останется прежней.

Сложность труда. Труд работника, не требующего специальной подготовки (обучения), называется *простым трудом*. Труд, для выполнения которого необходимо предварительное обучение, называется *сложным трудом*. При определении величины стоимости товара за основу берется общественно необходимое количество простого труда.

Цена товара – денежное выражение стоимости товара за количественную его единицу. При налогообложении под рыночной ценой товара подразумевают цену, сложившуюся при взаимодействии спроса и предложения на рынке идентичных товаров в сопоставимых экономических условиях.

Оптовая цена – цена товара, реализуемого продавцом или поставщиком покупателю с целью его последующей перепродажи или профессионального использования.

Договорная цена – цена, зафиксированная в договоре о выполнении работ, купле-продаже, согласованная между продавцом и покупателем в ходе заключения договора.

Розничная цена – цена товара, реализуемого непосредственно населению для личного, семейного, домашнего использования по договору розничной купли-продажи.

1.2. Предмет, цели и задачи товароведения

Объектом учебной дисциплины «Товароведение» являются материальные товары.

Предметом учебной дисциплины являются потребительские ценности товаров, а также методы их познания и обеспечения. Только потребительная ценность делает продукцию товаром, так как она способна удовлетворять конкретные потребности человека.

Целью товароведения является установление соответствия свойств продукции требованиям потребителей в интересах наиболее полного их удовлетворения, а также осуществление обратной связи между потребителем и производством в части повышения качества и обновления ассортимента товаров.

Для достижения этой цели товароведение как наука и учебная дисциплина решает следующие задачи:

- определение основных характеристик, составляющих потребительную стоимость;
- установление принципов и методов товароведения, обуславливающих его научные основы;
- систематизация множества товаров путем рационального применения методов классификации и кодирования;
- изучение свойств и показателей ассортимента для анализа ассортиментной политики промышленной или торговой организации;
- управление ассортиментом организации;
- определение номенклатуры потребительских свойств и показателей товаров;
- оценка качества товаров, в том числе новых отечественных и импортных;
- выявление градаций качества и дефектов товаров, причин их возникновения и мер по предупреждению реализации некачественных товаров;

– обеспечение качества и количества товаров на разных этапах их технологического цикла путем учета формирующих и регулирования сохраняющих факторов;

– установление видов товарных потерь, причин их возникновения и разработка мер по их предупреждению или снижению.

1.3. Принципы товароведения

Принцип – основное исходное положение теории, учения, руководящая идея, основное правило деятельности. Принципами товароведения являются безопасность, эффективность, совместимость, взаимозаменяемость, систематизация, соответствие.

Безопасность – отсутствие риска, связанного с возможностью нанесения товаром ущерба жизни, здоровью и имуществу граждан. Безопасность – одно из основных потребительских свойств.

Например, по ГОСТ 10632-2014 на древесностружечные плиты в зависимости от содержания формальдегида в плите и выделению формальдегида в воздух плиты подразделяют на три класса эмиссии - E 0,5, E 1 и E 2. Предельно допустимые нормы содержания формальдегида в плите устанавливают перфораторным методом и находят с размерностью мг/100 г абс. сухой плиты или методом испытания в климатической камере с размерностью мг/м³ воздуха. Предельно допустимые нормы не должны превышать следующих значений:

	мг/100 г абс. сухой плиты	мг/м ³ воздуха
E 0,5	До 4,0	До 0,08
E 1	Св. 4,0 до 8,0	Св. 0,08 до 0,124
E 2	Св. 8,0 до 20,0	Св. 0,124 до 0,5

Это обязательное требование для наиболее ответственных изделий (детская мебель, мебель для лечебных и учебных заведений).

Эффективность – это принцип, заключающийся в достижении наиболее оптимального результата при производстве, упаковке, хранении, реализации и потреблении (эксплуатации) товаров. Эффективность достигается на всех этапах получения товара: в процессе производства, упаковки, хранения и потребления.

Этот принцип имеет важное значение при формировании ассортимента товаров, эффективность достигается комплексным подходом,

основанным на выборе таких методов и средств, которые обеспечивают наилучшие конечные результаты при минимальных затратах.

Например, при заготовке круглых лесоматериалов (бревен) важно не только их заготовить в лесу, но и сохранить, не понизив их сортность. В теплое время года срубленная древесина поражается грибами и насекомыми, поэтому надо принять определенные меры для сохранения качества этой древесины.

Совместимость – принцип, определяемый пригодностью товаров, процессов к совместному использованию, не вызывающему нежелательных взаимодействий.

Совместимость товаров принимается во внимание при формировании ассортимента, размещении их на хранение, выборе упаковки, а также оптимального режима. Совместимость деталей, комплектующих изделий при монтаже, наладке и эксплуатации сложнотехнических и других товаров – непереносимое условие сохранения их качества у потребителя.

Взаимозаменяемость – принцип пригодности одного товара, процесса для использования вместо другого товара, процесса в целях выполнения одних и тех же требований.

Чем ближе характеристики отдельных товаров, тем больше они пригодны к взаимозаменяемому использованию.

Систематизация – принцип, заключающийся в установлении определенной последовательности свойств однородных, взаимосвязанных товаров. Это упорядочение однородных, взаимосвязанных объектов по общим признакам путем расположения их в определенном порядке. С помощью этого метода обеспечивается упорядочение и формирование рационального торгового ассортимента, а также выбор показателей при оценке качества и условий хранения для минимизации потерь.

Важнейший вид систематизации – классификация, т.е. распределение товаров по группам на основе установления сходства и различия между ними (например, классификация пиломатериалов по толщине и ширине: брус, брусочек, доска).

Соответствие – это принцип, заключающийся в соблюдении установленных нормативными документами требований. Характеристики товаров или процессов производства, транспортирования, хранения, реализации и эксплуатации должны соответствовать регламентируемым требованиям нормативных документов или запросам потребителей. На этом принципе базируется определение градаций

качества, выявление дефектов и прогнозирование сохраняемости товаров.

Различают несколько видов деятельности по оценке соответствия качества товаров: оценка качества, контроль качества и сертификация или декларирование соответствия.

Оценку качества могут проводить изготовители, продавцы, потребители. Заканчивается проверка составлением соответствующего акта проверки.

Сертификация – действия третьей стороны, создающие уверенность в том, что надлежащим образом идентифицированная продукция соответствует установленным требованиям. Субъектом, осуществляющим сертификационную деятельность, является третья сторона. Это юридические и физические лица, независимые от изготовителя (продавца) и потребителя.

Декларация соответствия – форма подтверждения соответствия продукции требованиям технических регламентов.

Требования к качеству продукции, удовлетворяющие потребности потребителей, устанавливаются в стандартах и технических условиях. Однако эти нормативные документы не гарантируют того, что при проектировании, разработке, производстве, хранении и реализации товаров фактически достигнутый уровень качества будет соответствовать установленным требованиям. Поэтому возникла необходимость разработки стандартов, дополняющих требования к продукции и предупреждающих возникновение несоответствий на разных этапах технологического цикла путем регламентации элементов системы качества.

1.4. Стандартизация, нормирование и оценка соответствия

1.4.1. Основы стандартизации

В области стандартизации в России действует два основных закона. Федеральный закон № 184-ФЗ от 27.12.2002 г. «О техническом регулировании» и Федеральный закон № 162-ФЗ от 29.07.2015 г. «О стандартизации в Российской Федерации».

Закон «О техническом регулировании» принят для создания условий для развития производства и предпринимательства в изменившихся современных условиях. Закон ввел новые понятия.

Техническое регулирование – правовое регулирование отношений в области установления, применения и использования обязательных требований к продукции.

Технический регламент – документ, принятый международным договором, федеральным законом, указом президента, постановлением правительства.

Стандарт иностранного государства – стандарт, принятый национальным органом по стандартизации иностранного государства.

Региональный стандарт – стандарт, принятый региональной организацией по стандартизации.

Закон «О стандартизации в Российской Федерации» устанавливает новые термины.

Стандартизация – деятельность по установлению правил и характеристик для добровольного многократного использования в сфере производства и обращения продукции, повышения конкурентоспособности товаров и услуг.

Стандарт – документ, в котором в целях добровольного многократного использования устанавливаются характеристики продукции, правила осуществления.

Сертификация – форма осуществления органом по сертификации подтверждения соответствия объектов требованиям технических регламентов, стандартов, договоров.

Сертификат соответствия – документ, устанавливающий соответствие объекта требованиям технических регламентов, стандартов, договоров.

Закон «О стандартизации в Российской Федерации» устанавливает следующие виды нормативных документов:

- 1) документы национальной системы стандартизации;
- 2) общероссийские классификаторы;
- 3) стандарты организаций, в том числе технические условия;
- 4) своды правил.

Стандарты организаций разрабатываются организациями самостоятельно исходя из необходимости их применения. Стандарты организаций и технические условия разрабатываются с учетом соответствующих документов национальной системы стандартизации. Технические условия разрабатываются изготовителем и применяются в соответствии с условиями, установленными в договорах (контрактах).

1.4.2. Качество лесных товаров

Качество продукции – совокупность свойств, обуславливающих ее пригодность удовлетворять потребности в соответствии с назначением [7]. Характеристики качества древесного сырья ограничиваются такими основными свойствами, как однородность сырья, породный состав, размерные характеристики, пороки и плотность древесины. Качество пиломатериалов конструкционного назначения характеризуется прочностью, жесткостью, геометрическими параметрами и влажностью.

Подобные ограничивающие качество признаки можно выделить и для фанеры, плитных материалов и др.

Показатель качества продукции – количественная характеристика одного или нескольких свойств продукции, составляющих ее качество. Например, предел прочности – это так называемый прямой показатель прочности пиломатериалов. Косвенными показателями можно считать наличие пороков древесины и их количество.

Если показатель качества продукции характеризует одно из ее свойств, он называется единичным, если несколько – комплексным. Наиболее распространенным, простейшим способом оценки качества товаров является установление их сорта, то есть разделение определенного вида продукции по одному или нескольким показателям качества. В стандартах на круглые, пиленные и другие виды лесоматериалов находят отражение следующие технические требования к сортаментам: порода древесины, размеры, допуски и припуски к номинальным размерам, сорта, степень обработки. Кроме того, в стандартах регламентируются правила маркировки, обмера, учета, приемки и хранения лесоматериалов.

При установлении размеров, то есть геометрических параметров сортиментов, исходят из их назначения, технических и экономических соображений. Например, длина такого вида пилопродукции, как шпалы, определяется их назначением и должна соответствовать ширине железнодорожной колеи. Диаметр и длина круглых лесоматериалов, используемых для крепления горных выработок – рудничных стоек, назначается в соответствии с техническими расчетами на прочность и жесткость. Длина круглых сортиментов, подвергающихся последующему лущению и строганию, зависит от конструктивных особенностей оборудования.

Учитывая технические возможности станков и оборудования, для отдельных сортиментов установлены допуски – отклонения от номинальных размеров в сторону их увеличения или уменьшения.

Кроме основных показателей качества для отдельных видов продукции устанавливаются дополнительные показатели качества. К ним можно отнести любые показатели свойств лесных товаров, таких как:

- шероховатость пиленых, фрезерованных или шлифованных обработанных поверхностей;
- влажность изделий; сухие пиломатериалы, например, имеют более высокое качество, нежели сырые;
- ширина годичных слоев, повышенный процент содержания поздней древесины, плотность, прочность и текстура древесины, пиломатериалы радиальной или тангенциальной распиловки являются дополнительными показателями качества при выборе древесины для строительства, изготовления музыкальных инструментов, лыж, паркета и др.

1.4.3. Классификация товаров

Классификация товаров – это процесс распределения любых множеств на определенные категории различного уровня.

Объектом классификации товаров выступают товары, свойства каждого из них, качество, составляющие этих товаров (материалы и сырье), виды и методы контроля и оценки качества и т.д.

Классификация позволяет достигнуть следующих результатов.

1. Упорядочить терминологию.
2. Объединить товары в похожие группы для их систематизированного изучения и обработки информации.
3. Облегчить изучение свойств товаров, установить оптимальные соотношения этих свойств и требования к ним.
4. Разработать групповые методы измерения и оценки свойств и качеств товара.
5. Оптимизировать методику упаковки, хранения и транспортировки, соблюдение правил эксплуатации.
6. Проводить сертификацию товаров.
7. Рационально размещать товары на складах.
8. Изучить спрос на товары.
9. Улучшить маркетинговую деятельность.

Правила и методы классификации товаров. Товары классифицируются по признакам, объединяющим множества товаров:

- класс – подкласс;
- группа – подгруппа;
- вид – разновидность.

При выполнении классификации выполняются следующие правила:

- определяется цель классификации;
- выбирается метод проведения классификации;
- определяются признаки классификации;
- проводится ранжирование признаков;
- определяется число ступеней классификации.

Степень классификации означает этап распределения множества на элементы согласно одному из признаков.

Метод классификации – это совокупность способов распределения множества товаров на подгруппы.

Иерархический метод – метод классификации, при котором заданное множество товаров последовательно делится на подчиненные подмножества. Из множества товаров выделяются классы, подклассы, группы, подгруппы, виды и разновидности товаров.

Фасетный метод – метод классификации, при котором заданное множество товаров делится на подмножество независимо, по различным признакам классификации. Множество товаров делится на отдельные независимые одна от другой группы или *фасеты*, по одному из признаков в каждой.

Примером фасетного метода может служить классификация лакокрасочных изделий (табл. 1) или поставщиков товаров (табл. 2). По горизонтали рисунка выделяются фасеты (группы), а по вертикали – значения фасетов.

Основные признаки классификации:

- предназначение, этот признак помогает определить цель товара для использования;
- материалы, из которых состоит товар;
- сфера применения;
- технология производства;
- транспортировка.

Таблица 1

Фасетный метод классификации лакокрасочных товаров

Вид	Назначение	Состав	Отношение к воздействию		Оптические свойства	Цвет
			окружающей среды	воды		
Ф1	Ф2	Ф3	Ф4	Ф5	Ф6	Ф7
Эмаль	Техническое	Масляная	Для наружных работ	Водостойкая	Прозрачная	Белая
Краска	Санитарное	Водная	Для внутренних работ	Неводостойкая	Непрозрачная	Голубая
Грунтовка	Декоративное	Синтетическая	Для наружных и внутренних работ		Люминисцентная	Желтая

Таблица 2

Фасетный метод классификации поставщиков товаров

Фасеты			
Поставщик	Товар	Менеджер	Год
ООО «АВС»	Карандаш	Куприянов	2009
ОАО «XYZ»	Бумага	Галкина	2010
ЗАО «ТОР»	Скрепки	Бушмакина	2011

1.5. Потребительские свойства древесных материалов

Товары, полученные из массивной древесины, обладают следующими потребительскими свойствами:

- прочностью;
- водостойкостью;
- стойкостью к агрессивным средам;
- теплозащитными свойствами;
- долговечностью и эстетичностью;
- безвредностью для человека и животных.

1.5.1. Прочность древесины

Прочность – способность древесины сопротивляться разрушению от механических усилий. Прочность характеризуется пределом прочности, т.е. максимальной нагрузкой, при которой разрушается испытуемый образец. Испытания проводят на растяжение образцов, на сжатие, на скалывание и на изгиб. При испытаниях определяют напряжения в образце, равные отношению силы к поперечному сечению образца, выражаемые МПа = Н/мм².

Прочность зависит от направления волокон древесины, ее породы, плотности, влажности, наличия пороков. Предел прочности древесины, например, сосны при растяжении вдоль волокон при влажности 12 % составляет 102 МПа (для стали марки 20Х – 190 МПа). Пределы прочности древесины некоторых пород приведены в табл. 3, и эти данные показывают, что древесина – прочный материал. В связи с этим она широко используется в промышленном и жилищном строительстве.

Таблица 3

Пределы прочности некоторых древесных пород [8], МПа

Порода	Растяжение вдоль волокон, %		Статический изгиб, %		Скалывание вдоль волокон в радиальном плоскости, %	
	W = 12	W = 30	W = 12	W = 30	W = 12	W = 30
Лиственница	124,0	94,5	108,8	60,5	9,78	6,2
Сосна	102,0	77,6	84,5	48,5	7,44	4,2
Ель	101,0	77,2	78,6	43,0	6,83	4,0
Кедр	89,2	68,0	69,2	36,3	6,36	3,8
Пихта	66,3	50,5	67,9	39,6	5,87	3,7
Дуб	105,0	-	103,0	66,4	9,87	7,4
Береза	136,5	102,0	109,5	64,5	9,0	5,8
Осина	121,0	92,7	76,5	44,5	6,15	3,5
Тополь	87,8	67,0	68,0	39,5	5,96	3,3
Липа	117,0	89,4	86,4	53,1	8,42	5,5

Нагрузки, действующие на деревянный образец, могут быть кратковременными, длительными, переменными.

Длительные нагрузки. В строительных конструкциях механическая внешняя нагрузка на деревянную деталь действует *длительно*, весь срок эксплуатации изделия. Опираясь на накопленный опыт проектирования таких конструкций, рекомендуется принимать расчетное напряжение, равным 0,5...0,7 предела прочности при кратковременных статических испытаниях. Предел долговременного сопротивления при изгибе равен в среднем 0,7 величины предела прочности при ста-

тическом изгибе. При кратковременных статических испытаниях напряжение разрушения образца равно $\sigma_{ст}$, а при длительной нагрузке – σ_T (рис. 1).

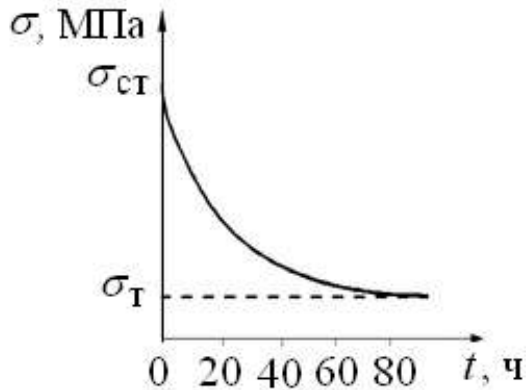


Рис. 1. Изменение напряжений в древесине при длительной нагрузке

Определить предел долговременного сопротивления трудно, поэтому предел прочности при заданном времени действия нагрузки обычно рассчитывают по формуле [8]:

$$\sigma_T = \sigma_{ст} + \alpha(\lg t_{ст} - \lg t), \quad (1)$$

где σ_T – предел прочности при данной продолжительности действия нагрузки, МПа;

$\sigma_{ст}$ – предел прочности при стандартных испытаниях, МПа;

$t_{ст}$ – время, необходимое для разрушения образца при стандартных испытаниях;

t – заданное время действия нагрузки;

α – поправочное число, МПа.

Расчеты по формуле показывают, что, например, для древесины сосны при изгибе под действием постоянной нагрузки в течение 3 лет предел прочности составит 0,61 предела прочности при кратковременных испытаниях.

Переменные нагрузки. Некоторые деревянные конструкции во время эксплуатации подвергаются воздействию переменных по величине и направлению (вибрационных) нагрузок. Например, крыши домов воспринимают нагрузку от веса снега, который, попадая на крышу, нагружает ее, а растаяв, разгружает элементы крыши. Ветровые нагрузки на сооружения изменяют направления действия нагрузки. Наконец, деревянные валы и оси тоже воспринимают переменные нагрузки. Они постоянно нагружаются, разгружаются или в другую

сторону нагружаются. Переменные нагрузки вызывают в материале переменные напряжения по величине или по величине и направлению, причем частота перемен нагрузки может быть велика.

При низкочастотных механических нагрузках древесина при нагружении деформируется и не успевает восстановиться при разгрузке. Остаточные деформации накапливаются, и отдельные молекулы древесины при этом повреждаются, в древесине появляются трещины. При большом количестве циклов нагружений эти повреждения постепенно накапливаются и приводят к разрушению древесины. Происходит это при напряжении значительно меньшем предела прочности. Указанное явление называют *усталостью* древесины.

Существует такое напряжение, которое может быть безопасно приложено бесконечно большое число раз. Это предельное напряжение называется *пределом выносливости или усталости*. Средняя величина предела усталости для древесины пород сосны, тисса, дуба, ясеня, белой акации, граба, клена, ореха, березы, липы, ольхи, осокоря, равна 0,2 от предела прочности древесины.

Напряжения в строительных конструкциях. При проектировании деревянных строительных конструкций в расчетах используют расчетные сопротивления, которые в несколько раз меньше предела прочности малых образцов древесины. Они учитывают большие размеры элементов конструкции, неизбежное наличие пороков древесины, длительность действия нагрузки, влажность, температуру и др. Так, при сжатии вдоль волокон и статическом изгибе расчетное сопротивление древесины сосны и ели принимают 8...16 МПа.

1.5.2. Твердость древесины

Твердость. Твердость древесины – это ее способность сопротивляться внедрению в нее более твердых тел. Твердость зависит от плотности древесины и неодинакова по всем направлениям [9].

Испытания на статическую твердость проводят на торцовой, радиальной и тангенциальной поверхностях образца древесины путем вдавливания стального пуансона с полусферическим наконечником радиусом $r = 5,64$ мм. Вдавливает пуансон на глубину 5,64 мм, выдерживают в течение 1...2 мин и регистрируют усилие вдавливания F . При этом в древесине образуется отпечаток площадью 100 мм².

Образцы изготавливают в форме призмы сечением 50 × 50 мм и длиной вдоль волокон не менее 50 мм.

Статическая твердость рассчитывается по формуле

$$H_w^c = \frac{F}{\pi r^2}. \quad (2)$$

Результаты испытаний показывают, что твердость торцовой поверхности у *лиственных* пород выше тангентальной и радиальной поверхности на 30 %, а у хвойных – на 40 % (табл. 4).

По степени твердости древесные породы делят на три группы:

– *мягкие* ($H \leq 40$ МПа) – ель, сосна, кедр, пихта, можжевельник, тополь, липа, осина, ольха, каштан, ива;

– *твердые* ($40 < H \leq 80$ МПа) – **лиственница**, береза обыкновенная, бук, дуб, вяз, ильм, карагач (берест), платан, рябина, клен, грецкий орех, ясень, яблоня;

– *очень твердые* ($H > 80$ МПа) – акация белая, граб, кизил, самшит, береза железная, фисташковое дерево, тис.

Твердость древесины зависит от многих факторов: влажности, доли содержания поздней древесины в годичных слоях, места произрастания, времени заготовки. Например, повышение влажности на 1 % уменьшает торцовую твердость на 3 %, а тангентальную и радиальную – на 2 %. Увеличение доли поздней древесины в годичных слоях повышает твердость.

Таблица 4

Твердость древесины различных пород, МПа

Порода древесины	Торцовой поверхности	Радиальной поверхности	Тангенциальной поверхности
Липа	19,0	16,4	16,4
Ель	22,4	18,2	18,4
Осина	24,7	17,8	18,4
Сосна	27,0	24,4	26,2
Лиственница	37,7	28,0	27,8
Береза	39,2	29,8	29,8
Бук	57,1	37,9	40,2
Дуб	62,2	52,1	46,3
Граб	83,5	61,5	63,5

Поздняя древесина, особенно у хвойных пород, имеет значительно большую (в 5...6 раз) твердость, чем ранняя древесина годичного слоя. Древесина сосны, выросшая на сухом месте, тверже древесины сосны, выросшей на болотистом грунте. Большей твердостью обладает древесина дерева, срубленного в декабре, чем в феврале.

Твердые породы находят применение в изготовлении *паркета*, стеновых панелей, рукояток для инструментов, приспособлений.

Мягкие породы используют для ручной резки с применением ножей, резаков, стамесок.

1.5.3. Износостойкость древесины

Износостойкость – это способность древесины сопротивляться износу, т.е. разрушению поверхностных зон древесины при трении [10].

Различают два случая изнашивания, истирания древесины:

– износ древесины в напольных покрытиях зданий, порогов, лестниц, барных стоек, настилах, лежневых дорогах, торцовых мостовых, палуб судов, и др., когда постепенное разрушение поверхности древесины происходит в результате взаимодействия ее с мелкими твердыми частицами песка, например;

– износ в трущихся частях машин (вкладышах подшипниковых опор, ползунах и др.), когда с поверхности древесины снимаются частицы мелкими неровностями металлических деталей.

Испытание древесины на износостойкость проводят на испытательной машине (ГОСТ 16483.39-81).

Машина снабжена подвижным столом (рис. 2), совершающим 40 возвратно-поступательных движений в минуту при ходе 41 мм, и секторообразным грузом массой 17 кг. На диске машины, имеющей храповой механизм для периодического поворота диска с частотой вращения 4 мин^{-1} , крепится деревянный образец.

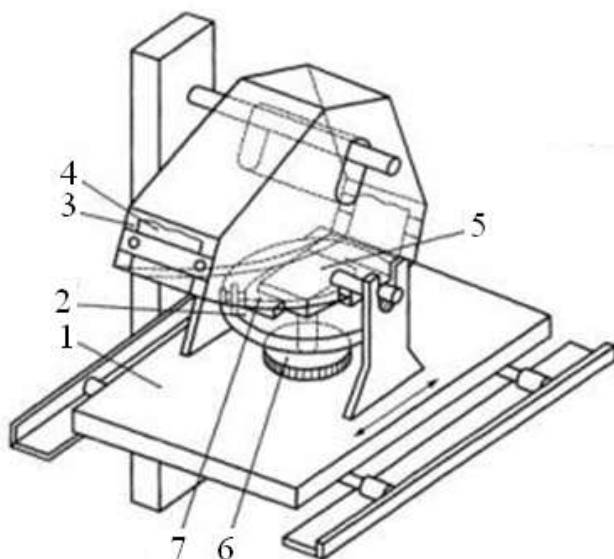


Рис. 2. Машина для испытания древесины на износ:

- 1 – подвижный стол;
- 2 – поворачивающийся диск;
- 3 – секторообразный груз;
- 4 – электрокорундовая шлифовальная шкурка;
- 5 – образец;
- 6 – храповой механизм;
- 7 – приспособление с упорами для закрепления образца

Испытание на истирание древесины проводят по поверхностям тангентального, радиального и поперечного разрезов древесины. Высоту образца измеряют с погрешностью не более 0,1 мм.

Образец взвешивают, закрепляют на поворачивающемся диске машины, поджимая винтом подвижный упор приспособления.

На секторообразном грузе перемещают шлифовальную шкурку на длину изношенного участка с таким расчетом, чтобы каждый образец истирался новым участком шкурки.

Секторообразный груз опускают на образец и включают установку. При возвратно-поступательном движении стола подошва груза со шкуркой движется по поверхности образца, который дополнительно поворачивается на 36°. Испытание образца заканчивают через 10 мин. После испытания образец очищают от древесной пыли и взвешивают с погрешностью не более 0,01 г.

Показатель истирания t образца в миллиметрах вычисляют по формуле

$$t = h \frac{m_1 - m_2}{m_1}, \quad (3)$$

где h – высота образца до испытания, мм;

m_1 – масса образца до испытания, г;

m_2 – масса образца после испытания, г.

Чем выше показатель истирания, тем меньше износостойкость древесины. Значения истирания приведены в табл. 5.

Таблица 5

Истирание поверхностей древесины
(Боровиков, Уголев, 1989)

Порода древесины	Истирание поверхностей древесины, мм		
	радиальной	тангенциальной	торцовой
Лиственница	0,17...0,18	0,14...0,25	0,07...0,13
Сосна	0,31...0,32	0,28...0,33	0,12...0,14
Кедр	0,21...0,28	0,18...0,26	0,28
Ель	0,24...0,30	0,24...0,32	0,18...0,20
Пихта	0,22...0,26	0,21...0,30	0,18
Ясень	0,17	0,14	0,09
Береза	0,26...0,40	0,29...0,31	0,13...0,22
Бук	0,17	0,13	0,14

1.5.4. Водостойкость древесины

Древесина является гигроскопичным материалом. Она может как впитывать из воздуха влагу, так и выделять ее в окружающую среду. За счет этого влажность древесины изменяется при изменении относительной влажности и температуры окружающего воздуха. Находясь в помещении с заданным микроклиматом, влажность древесины выравнивается, достигая некоторого предела, называемого равновесной влажностью.

Например, при относительной влажности воздуха 50 % и температуре +20 °С равновесная влажность древесины составит 9 %, а при влажности воздуха 30 % и температуре +25 °С влажность древесины достигнет 5 %.

Скорость изменения влажности древесины зависит от ее породы. Например, изменение влажности на 2 % (с 9 % до 11 %) для дуба произойдет за 40 суток, а для бука – всего за 12 суток, то есть в три раза быстрее. Чем быстрее древесина набирает (или отдает) влажность, тем быстрее и интенсивнее она деформируется и тем «капризнее» она в работе. К таким породам относятся бук и клен, в несколько меньшей степени ясень. Это свойство приходится учитывать при эксплуатации, например, паркета.

Если равновесная влажность древесины паркета окажется ниже расчетной, то паркет будет усыхать, появятся усадочные щели, что наблюдается в период отопительного сезона. Если влажность паркета будет выше равновесной, то древесина будет набухать, увеличиваться в размерах, принимая форму «лодочки», наблюдается в весенне-осенний период. В худшем случае возможен частичный отрыв паркета от основания.

По уровню влагостойкости на первое место следует поставить древесину лиственницы. Она демонстрирует высокую влагоустойчивость. Доски из лиственницы не гниют, не боятся грибков, не боятся перепадов температур. Ее долговечность исчисляется десятилетиями.

Если строится баня или сауна, то в этом случае следует отдать предпочтение древесине липы или осины. В помещениях с высоким уровнем влажности конструкционный пиломатериал из липы ведет себя хорошо. Через торцовые поры влага проникает внутрь древесины значительно быстрее.

Сегодня рынок способен предложить такие породы древесины, которые хорошо переносят влияние влаги. Прежде всего, это тяжёлые породы тропической древесины, она очень плотная, твёрдая и влаго-

непроницаемая. В частности, таким свойством обладает тиковое дерево, обладающее высокой прочностью, влагостойкостью и умеренной плотностью. Древесина тика издавна используется в судостроении: из неё делали корабли и лодки.

Древесина тикового дерева не гниёт и не трескается на солнце, поэтому используется и для изготовления садовой и уличной мебели.

1.5.5. Стойкость к агрессивным средам

Агрессивная среда – это среда, вызывающая разрушение (коррозию) древесины и изделий из нее или ухудшение их свойств. Агрессивная среда способна вступать в химическое взаимодействие с материалами, находящимися в ней, ухудшая их свойства.

Коррозия древесины заключается в ее разрушении при воздействии с кислотами, щелочами, солями в жидком, твердом или газообразном состоянии. Активность процесса коррозии древесины зависит от степени концентрации агрессивной среды и ее температуры. Слабая агрессивная среда, например минеральные кислоты концентрации до 5 % и пыль калийных солей, оказывает незначительное поверхностное агрессивное воздействие на древесину и не снижает прочности деревянных конструкций. В таких средах древесина является химически стойким материалом, поэтому издревле для квашения капусты, например, бочки и чаны делали из древесины.

Средние и сильные агрессивные среды, например минеральные кислоты концентрации выше 5 %, оказывают разрушительное воздействие на древесину, тем более активное, чем выше их концентрация и температура. В такой среде древесина приобретает сначала цветную, затем темную окраску, растворяются целлюлоза и лигнин, нарушаются связи между волокнами и прочность древесины резко уменьшается.

Смолистые вещества, содержащиеся в хвойной древесине, заметно ослабляют негативное воздействие агрессивных сред. Наиболее стойкой оказывается древесина лиственницы и менее стойкой древесина лиственных пород, особенно мягких.

Влияние речной воды. Испытания древесины, взятой из топляковых бревен (сосна, ель, береза, осина), показали, что после пребывания в речной воде в течение 10–30 лет прочность древесины практически не изменилась. Если древесина находится в воде несколько сотен лет, ее свойства сильно меняются.

Наиболее известны результаты воздействия речной воды на древесину дуба. Мореный дуб меняет свою окраску до зеленовато-

черного или угольно-черного, что происходит в результате соединения дубильных веществ с солями железа. В насыщенном водой состоянии древесина мореного дуба сохраняет пластичность, но после высушивания становится более твердой и хрупкой по сравнению с обычным состоянием. Усушка мореного дуба в 1,5 раза больше, чем обычного, поэтому и растрескивается древесина мореного дуба при сушке больше обычного. Прочность мореного дуба при сжатии и статическом изгибе снижается в 1,5 раза. На изменения влияет и состав речной воды.

Влияние морской воды. Наблюдения показали, что пребывание в морской воде древесины лиственницы приводит к заметному повышению ее твердости. Древесина сосны за 30 лет эксплуатации потеряла прочность на 40...70 %. Можно утверждать, что в морской воде древесина сохраняется хуже, чем в речной воде.

В воде большой бактериологической агрессивности *стойкость древесины низка*, поэтому ее использование в сетях канализации не допускается. Так, например, полы в свинарниках делают из осиновых досок толщиной 60...80 мм, и они служат не более 5-ти лет.

1.5.6. Теплозащитные свойства древесины

Способность материала проводить тепло называют *теплопроводностью*, λ (Вт/м·°С). Теплопроводность определяет, какое количество тепла проходит через 1 м² стенки материала толщиной 1 метр за 1 секунду.

Способность древесины препятствовать распространению теплового движения молекул называют *термическим сопротивлением древесины*. Это свойство древесины имеет исключительное значение в домостроении. Чем меньше коэффициент теплопроводности материала λ , Вт/(м·°С), тем выше термическое сопротивление материала [11].

Сравнительные значения теплопроводности и теплоемкости различных материалов приведены в табл. 6.

Теплоизоляционные качества древесины известны давно. У сухой древесины теплопроводность низкая. Это объясняется её пористым строением. Все межклеточные и внутриклеточные пространства в сухой древесине заполнены воздухом.

Теплопроводность древесины зависит от плотности, влажности и от направления волокон. Чем выше плотность и влажность, тем выше теплопроводность. Коэффициент теплопроводности воды в

25 раз больше коэффициента теплопроводности воздуха. Вдоль волокон теплопроводность выше, чем поперёк приблизительно в 2 раза у всех пород.

Таблица 6

Значения теплопроводности и теплоемкости древесины

Порода древесины	Плотность ρ , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/м·град	Удельная теплоемкость C , Дж/кг·град
Береза	510...770	0,15	1700
Дуб вдоль волокон	700	0,23	2000
Дуб поперек волокон	700	0,1	2000
Кедр	500...570	0,095	1900
Клен	620...750	0,19	1900
Лиственница	670	0,13	2000
Опилки древесные	200...400	0,07...0,093	–
Пихта	450...550	0,1...0,26	1800
Сосна, ель вдоль	500	0,18	1800
Сосна, ель поперек волокон	500	0,09	1800
Тополь	350...500	0,17	1700
Фанера клееная	600	0,12...0,18	2300...2500

Да, в настоящее время известно множество материалов, обладающих меньшей теплопроводностью, чем древесина. Это в основном различные вспененные массы, такие как пенополиуретан, пенопласт, поролон, минеральная вата и др.

У древесины различных пород коэффициент теплопроводности колеблется в пределах 0,15...0,20 Вт/м·°С. Это значительно меньше, чем для кирпича, шлакоблоков, бетонов и других строительных материалов. В связи с этим древесина широко используется в жилищном и гражданском строительстве.

1.5.7. Долговечность и эстетичность древесины

Древесина, независимо от породы, имеет в основном высокую долговечность. Она может долго сохранять свои физические и механические свойства, если находится в сухом, проветриваемом помещении с незначительным перепадом температуры и влажности воздуха. На долговечность древесины влияют следующие внешние факторы:

- биологические факторы (паразитирующие грибки, насекомые и микроорганизмы);
- физические факторы (перепады температуры, влажность воздуха, механические удары);
- химические факторы (концентрированные растворы кислот или спиртов).

Эстетические свойства древесины характеризуют цветом, фактурой, текстурой.

Цвет древесине придают красящие и смолистые вещества, содержащиеся в клетках. Цвет определяют на глаз, характеризуя как белый, желтоватый, розоватый, красно-коричневый, чёрный и т.д. Цвет светлоокрашенных пород древесины можно изменить с помощью обработки красителями и химическими веществами.

Фактура древесины характеризуется её блеском, который связан с плотностью, направлением разреза, расположением сердцевинных лучей. Пористая древесина с низкой плотностью матовая. Блеск древесины можно усилить лакированием, полированием, вощением.

Текстура древесины определяется особенностями строения дерева, направлением разреза, шириной и характером годичных слоёв, расположением волокон. Наиболее разнообразную, сложную текстуру имеет древесина лиственных твёрдых и тропических пород. Мягкие лиственные породы имеют слабовыраженную текстуру. Использование прозрачных лаков помогает выявить и усилить текстуру древесины.

Уникальность и многообразие декоративных качеств в сочетании с экологичностью обуславливают широкое применение древесных материалов для внутренней отделки помещений.

1.5.8. Безвредность

Под безвредностью, экологичностью древесины подразумевается не только ее польза для здоровья человека, но и отсутствие вреда для природы. Древесина, как природный материал, более всего соответствует критериям экологичности и издревле используется человеком. Древесина не выделяет вредные вещества и абсолютно безопасна для здоровья человека. Кроме того, она создает в помещении благоприятный микроклимат, регулируя влажность воздуха.

Древесина насыщает воздух жилых зданий смолами и эфирными маслами, в результате чего воздух приобретает антисептические

свойства. Дерево убивает в воздухе болезненные вирусы и бактерии, адсорбирует токсичные вещества и запахи.

Древесина кедра, например, выделяет огромное количество фитонцидов, которые убивают все болезнетворные микроорганизмы. Там, где растут кедровые насаждения, воздух чище и содержит меньше бактерий. Особый запах кедра укрепляет здоровье, продлевает жизнь, оказывает благотворное действие на все органы человека.

Внутренняя отделка помещения кедром оказывает положительное влияние на физическое и психологическое самочувствие человека. Древесина кедра убивает гнилостные микробы, поэтому из нее с давних пор изготавливали посуду для молока.

Древесина осины уничтожает болезнетворные микробы и грибки. Например, если положить в посуду с квашеной капустой кусок дерева осины, то капуста перестает киснуть, в ней никогда не появится плесень и не возникнет процесс гниения.

Аромат древесины сосны благоприятно действует на органы дыхания человека, улучшает микроклимат. Распиленная и обработанная древесина сосны продолжает выделять фитонциды, которые оказывают благоприятное действие на органы человека.

Экологические свойства сосны позволяют считать ее лучшим видом пиломатериалов для здоровья человека. Сосны растут в экологически безопасных таёжных лесах, где нет поблизости промышленных предприятий. В помещении, отделанных пиломатериалами из сосны, воздух идеально чистый, практически стерильный.

Древесина лиственницы выделяет вещества – антиоксиданты, которые тормозят процессы старения человека.

Контрольные вопросы и задания

1. Приведите определение товароведения.
2. Типы товаров. Потребительная стоимость товаров.
3. Назовите цель и задачи науки товароведения.
4. Принципы товароведения.
5. Назовите основные законы по стандартизации в России.
6. Качество лесных товаров.
7. Классификация, ее назначение, правила и методы классификации.

Часть 2

ЛЕСНОЕ ТОВАРОВЕДЕНИЕ

2.1. Древесные материалы

2.1.1. Термины и определения

В народном хозяйстве страны используются различные материалы, получаемые из древесины. Общие названия их приведены ниже.

Лесоматериалы – товары, получаемые путем механической обработки ствола дерева [12, 13].

Сырье для лесохимических производств – товары, получаемые механической переработкой ствола, корней и кроны дерева.

Композиционные древесные материалы – листовые и плитные материалы, образованные при помощи связующих веществ из предварительно разделенной на части древесины.

Модифицированная древесина – цельная древесина с направленно-измененными свойствами (прессованная).

Целлюлоза и бумага – целлюлоза всех видов и назначений, древесная масса, бумага и картон.

Продукция гидролизного и дрожжевого производств – товары, получаемые из низкокачественной древесины и отходов.

Продукция лесохимических производств – продукты, получаемые из сырья для лесохимических производств (древесный уголь, скипидар, канифоль и др.).

Круглые лесоматериалы – материалы из древесины, получаемые путем поперечного деления хлыстов на отрезки округлой формы поперечного сечения (не включают дрова).

Пиломатериалы – материалы, получаемые продольным пилением или фрезерованием круглых лесоматериалов с последующим поперечным раскроем.

Лущеные лесоматериалы – материалы, получаемые резанием древесины по спирали.

Строганные лесоматериалы – материалы, получаемые строганием древесины ножами, формирующими плоскую поверхность раздела.

Колотые лесоматериалы – материалы, получаемые разделением древесины вдоль волокон клиновидным инструментом.

Измельченная древесина – древесина, получаемая специальной переработкой с использованием рубильных машин, фрезерно-пильных агрегатов, дробилок, молотковых мельниц, а также в процессах обычного пиления и фрезерования.

2.1.2. Классификация лесных товаров

Лесными товарами называют сырье и продукцию, получаемые путем механической, механико-химической и химической переработкой ствола, корней и кроны деревьев.

По способу получения лесные товары делят на группы:

- лесоматериалы – товары, полученные механической переработкой ствола дерева (круглые лесоматериалы, пиломатериалы);
- сырье для лесотехнических производств, получаемое из ствола, корней, кроны коры. Кору используют для мульчирования земли под растениями, дубления кожи, окрашивания пряжи и тканей, плетения корзин, выработки морилок и др.;
- композиционные материалы – листовые, плитные или другие материалы, полученные с помощью связующих веществ (фанера, древесно-стружечные плиты, древесно-слоистые пластики, столярные плиты и др.);
- модифицированная древесина – цельная древесина с направленно измененными свойствами (прессованная древесина, пластифицированная аммиаком, модифицированная синтетическими смолами и др.);
- целлюлоза, бумага и древесноволокнистые материалы (древесная масса, бумага, картон, древесно-волокнистые плиты и др.);
- продукция гидролизного и дрожжевого производства (спирт, кормовые и пищевые дрожжи, фурфурол и др.);
- продукция лесохимических производств (скипидар, канифоль, дубильные экстракты, биологически активные вещества и др.).

2.1.3. Классификация круглых лесоматериалов

Круглые лесоматериалы применяются преимущественно в конструкциях деревянных жилых домов, сельскохозяйственных зданий, опорах ЛЭП, а также используются в качестве сырья в лесопильной, фанерной промышленности и др.

Материалы разделяются по породам на две группы – лесоматериалы хвойных и лиственных пород. Для получения пиломатериалов общего назначения используют бревна хвойных пород (сосну, ель, пихту, лиственницу, кедр).

По функциональному назначению различают следующие группы круглых лесоматериалов (ГОСТ 32714-2014) [12, 13].

Хлыст – часть ствола спеленного дерева, отделенная от сучков, вершины и корней.

Бревно – круглый лесоматериал определенной длины и диаметра в соответствии с его назначением.

Различают бревна [13]:

– *комлевое* – бревно, заготовленное из нижней части хлыста или долготья, если долготье получено из нижней части хлыста;

– *срединное бревно* – бревно, заготовленное из хлыста между комлевым и вершинным бревном;

– *вершинное бревно* – бревно, заготовленное из тонкой части хлыста или долготья, если долготье получено из вершинной части хлыста;

– *пиловочник* – бревно для получения пиломатериалов;

– *фанерное бревно* – бревно для получения лущеного шпона;

– *бревно специального назначения* – бревно определенной длины и/или диаметра для специального применения;

– *бревно для столбов* – длинное бревно для использования в качестве вертикальной опоры;

– *оцилиндрованное бревно* – круглый лесоматериал, обработанный для придания ему цилиндрической формы;

– *рудничная стойка* – бревно, используемое для крепления горных выработок в шахтах.

Новый ГОСТ 32714-2014 исключил понятие **кряжа**, как круглого сортимента, по качеству древесины пригодного для получения конкретного вида продукции: шпал, тары, лыж, колодок, фанеры, акустических деталей, ружейных прикладов, карандашей, катушек и др. Все это в новом ГОСТе называется бревном или бревном специального назначения.

Долготье – круглые лесоматериалы, которые при использовании должны быть предварительно разделены по длине на бревна, ус-

тановленной длины и назначения. Это отрезок хлыста, имеющий длину, кратную длине получаемого сортимента с припуском на разделку.

Балансы – круглые или колотые сортименты, предназначенные для переработки на целлюлозу и древесную массу.

Чурак – круглый сортимент, длина которого соответствует размерам, необходимым для закрепления на деревообрабатывающих станках. Чурак выпиливается из бревна или хлыста диаметром свыше 16 см и длиной 0,6...2,5 м.

Жердь – тонкомерный круглый сортимент, используемый в строительстве и сельском хозяйстве.

2.1.4. Классификация пиломатериалов

Продукцией лесопильного производства являются пиломатериалы, горбыли, обапол, технологическая щепка и опилки. Различают следующие виды пиломатериалов (рис. 3).

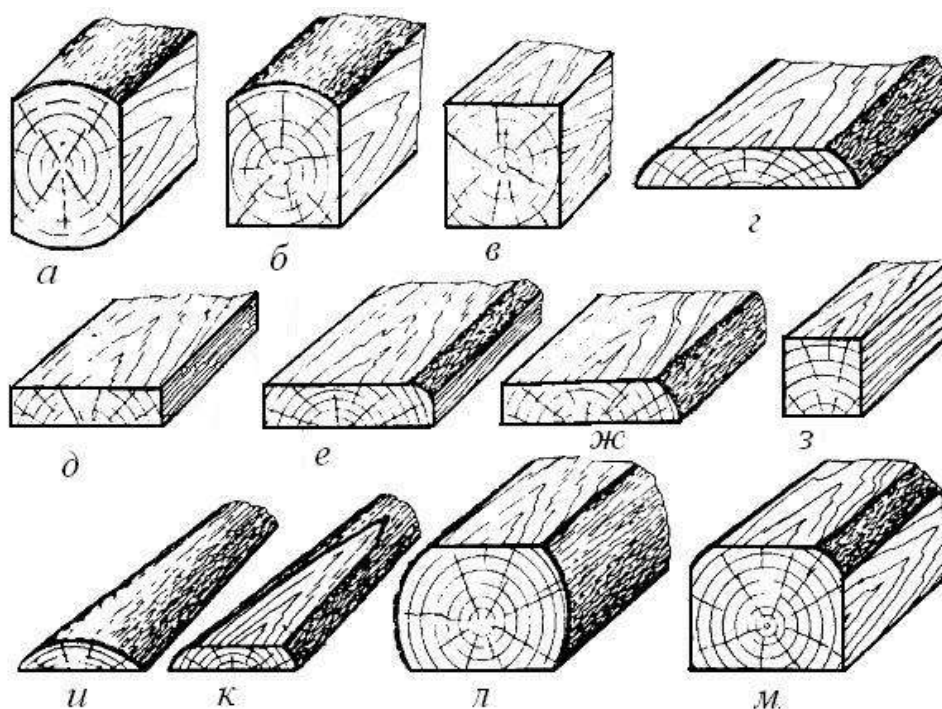


Рис. 3. Виды пилопродукции:

а, б, в – брусья двух-, трех- и четырехкантные; *г* – доска необрезная;
д – доска чистообрезная; *е, ж* – доска обрезная с тупым и острым обзолом;
з – брусок; *и, к* – обапол горбыльный и дощатый; *л, м* – шпалы необрезная
 и обрезная

Брус – пиломатериал толщиной и шириной 100 мм и более. Брус может быть однокантный, двух-, трех- и четырехкантный.

Брусок – пиломатериал толщиной до 100 мм и шириной не более двойной толщины.

Доска – пиломатериал толщиной до 100 мм и шириной более двойной толщины. Доски бывают обрезные и необрезные.

Необрезной пиломатериал – пиломатериал (заготовка) с неопиленными или частично опиленными кромками, с обзолом более допустимого в обрезном пиломатериале.

Обапол – пилопродукция, имеющая внутреннюю пропиленную и наружную непропиленную или частично пропиленную пласт, применяемая для крепления горных выработок. Обапол получается из боковой части бревна. Различают обапол горбыльный и дощатый. Обапол имеет толщину 16...35 мм и ширину 90...200 мм.

Горбыль – боковая часть бревна, имеющая одну пропиленную, а другую непропиленную или частично пропиленную поверхность с нормированной толщиной и шириной тонкого конца. Используется в строительстве и при переработке его на мелкую пилопродукцию. Толщина горбыля должна быть не менее 15 мм, а ширина – не менее 80 мм. Размеры измеряются в тонком конце без учета коры.

Обрезная шпала – шпала в виде четырехкантного бруса.

Обрезной пиломатериал – пиломатериал с кромками, опиленными перпендикулярно пласти и с обзолом не более допустимого по соответствующей нормативно-технической документации.

Толщина пиломатериала – толщина по ГОСТ 24454 – 80 имеет следующие значения, мм: 16; 19; 22; 25; 32; 40; 44; 50; 60; 75; 100; 125; 150; 175; 200; 250.

Ширина пиломатериала – ширина по ГОСТ 24454 – 80 имеет следующие значения, мм: 75; 100; 125; 150; 175; 200; 225; 250; 275.

Пиломатериалы тангенциальной распиловки – пиломатериалы, на торцах которых сердцевинные лучи перпендикулярны или приблизительно перпендикулярны к пласти. Если сердцевинные лучи не видны, то это пиломатериалы, на торце которых годовичные слои касательны или приблизительно касательны пласти. Предельные значения углов зависят от породы и других факторов, например для дуба угол между сердцевинными лучами и пластью должен быть от 60° до 90°, для пород, у которых сердцевинные лучи не видны, от 0° до 30° между годовичными слоями и пластью.

Пиломатериалы радиальной распиловки – пиломатериалы, на торцах которых пласт параллельна или приблизительно параллельна сердцевинным лучам. Если сердцевинные лучи не видны, то это пиломатериалы, у которых пласт перпендикулярна или прибли-

зительно перпендикулярна к годичным слоям. Предельные значения углов зависят от породы и других факторов, например для дуба угол между сердцевинными лучами и пластью должен быть от 0° до 30° , для пород, у которых сердцевинные лучи не видны, от 90° до 60° между годичными слоями и пластью.

Радиальные пиломатериалы – пиломатериалы, у которых угол между сердцевинными лучами и пластью не более 10° . Если сердцевинные лучи не видны, угол между годичными слоями и пластью должен быть не менее 80° .

Шпала – пиломатериал установленной формы и размеров, применяемая в качестве опор для рельсов железнодорожных путей.

2.1.5. Строганные и лущеные лесоматериалы

Шпон строганный – тонкие листы древесины толщиной $0,2...5,0$ мм, отличающиеся красивой текстурой и цветом, получаемые путем строгания брусьев на шпоно-строгальном станке. Шпон получают путем строгания гидротермически обработанной древесины ценных пород дуба, бука, ясеня, а также березы, сосны.

Шпон характеризуется *текстурой*, декоративным узором на поверхности древесины, ощущаемом зрительно, обусловленным структурными особенностями древесины.

В зависимости от текстуры древесины шпон подразделяют на радиальный, полурadiальный и тангенциальный.

Размеры шпона:

- длина от $0,4$ до $2,6$ м;
- ширина от 80 до 240 мм;
- толщина от $0,4$ до $2,5$ мм.

Применяется для облицовывания мебельных щитов, панелей (рис. 4). Шпон строгают на строгальных станках (рис. 5). На горизонтальном станке брус 1 во время резания неподвижен, а нож 2 с обжимной линейкой 4, закрепленные на ножевом суппорте, осуществляют движение резания в горизонтальной плоскости. Во время обратного холостого хода ножа стол с брусом поднимаются на толщину срезаемого слоя.

Шпон лущеный – непрерывная стружка-продукт в виде тонкой ленты толщиной $0,1...10,0$ мм, получаемая путем лущения чурака на лущильном станке (рис. 6). Используется в производстве фанеры, пластиков, иногда для облицовывания нелицевых поверхностей шитовых деталей.



Рис. 4. Текстура строганного шпона

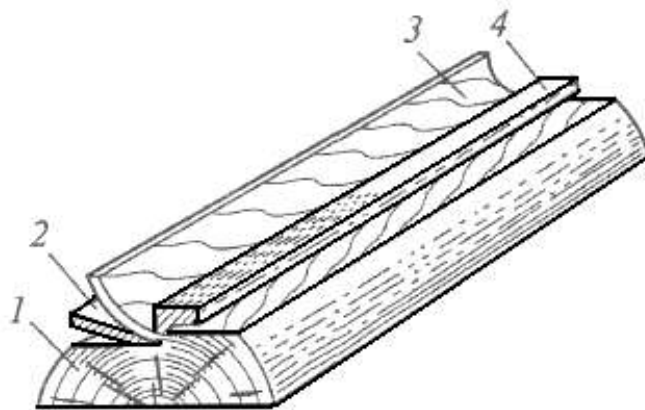


Рис. 5. Строгание шпона:
1 – брус; 2 – нож строгальный; 3 – шпон (стружка);
4 – обжимная линейка

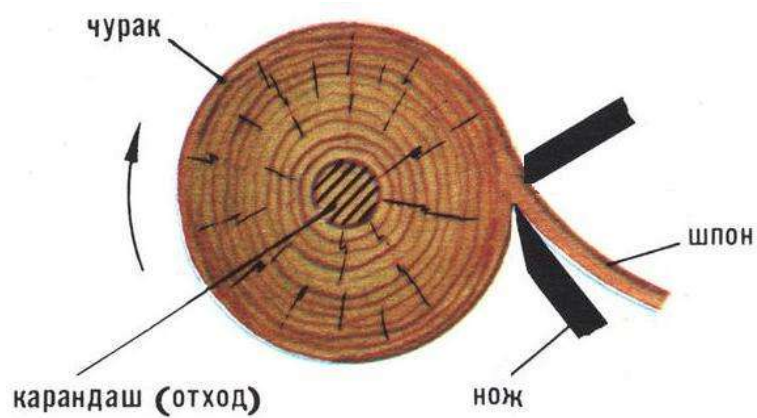


Рис. 6. Схема лущения чурака

Лущеный шпон получают из дешевых, широко распространенных пород: березы, ольхи, бука, дуба, ясеня, ильма, липы, лиственницы, кедра. При этом способе получается шпон, имеющий текстуру, близкую к тангентальной, но с большими промежутками между ранней и поздней древесиной. Обычно же лущеный шпон имеет малую ценность в декоративном отношении (рис. 7).



Рис. 7. Текстура лущеного шпона

2.1.6. Колотые лесоматериалы

Колотыми называют лесоматериалы, получаемые путем раскалывания круглых лесоматериалов. К ним относятся дрова, используемые в качестве топлива, колотые балансы, а также дровяная древесина для технологических нужд.

Дрова, предназначенные для отопления, толщиной от 16 до 26 см, должны быть расколоты на 2 части, толщиной от 28 до 40 см – на 4 части. Толщина поленьев должна быть 8...13 см.

Размеры дров устанавливают так (ГОСТ 3243-88):

длина, м – 0,25; 0,33; 0,50; 0,75; 1,00;

толщина, см – от 3 и более;

предельное отклонение по длине, м $\pm 0,02$.

В дровах не допускается наружная трухлявая гниль.

Ядровая и заболонная гнили допускаются размером не более 65 % площади торца. Количество дров с гнилью от 30 до 65 % площади торца не должно превышать 20 % объема партии.

Дрова разделяют по древесным породам в зависимости от теплотворной способности на три группы:

- 1 – береза, бук, ясень, граб, ильм, вяз, клен, дуб, лиственница;
- 2 – сосна, ольха;
- 3 – ель, кедр, пихта, осина, липа, тополь, ива.

Дрова должны быть очищены от сучьев. Высота оставшихся сучьев не должна превышать 30 мм. Дрова могут быть как в коре, так и без коры.

Балансы – это круглые или колотые сортименты, предназначенные для переработки на целлюлозу и древесную массу. Колотые балансы, используемые для изготовления технологической щепы, получают путем раскалывания круглых чураков на поленья. Чураки диаметром до 36 см раскалывают на 4 части, диаметром от 36 до 50 см – на 6 частей, диаметром более 50 см – на 8 частей. Каждая часть, получаемая после раскалывания и удаления гнили, должна иметь толщину не менее 5 см. Сырьем для получения колотых балансов является крупная дровяная древесина, пораженная центральной гнилью, имеющая толщину кольца здоровой внешней части древесины не менее 5 см.

Дровяная древесина для технологических нужд также может поставляться в колотом виде. При этом толщина колотых лесоматериалов должна быть не менее 5 см.

2.1.7. Классификация измельченной древесины

Под измельченной древесиной по ГОСТ23246-78 понимают древесные частицы различной формы и размеров, получаемые в результате механической обработки. Различают следующие частицы.

Щепа – частицы древесины, получаемые в процессе ее измельчения. Щепа используется как технологическое сырье для производства отдельных видов лесопродукции или в качестве топлива.

Стружка – тонкие, длинные, узкие пластинки древесины, получаемые из круглых лесоматериалов и кусковых отходов лесопиления и деревообработки, фанерного и спичечного производства.

Дробленка – древесные частицы, полученные при измельчении древесины на дробилках и молотковых мельницах.

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.

Древесная мука – древесные частицы заданного гранулометрического состава, полученные путем сухого механического размола древесины на дробилках и молотковых мельницах.

Технологическая щеп. Для производства древесностружечных плит (ДСтП) используется технологическая щеп марки ПС по ГОСТ 15815-83 с длиной волокон 10...60 мм и толщиной не более 30 мм. Щеп может быть получена из древесины любых хвойных, любых лиственных пород, допускается также по договоренности щеп из смешанных хвойных и лиственных пород древесины. Качество щепы оценивается следующими показателями:

- массовая доля коры не более 15,0 %;
- массовая доля гнили не более 5,0 %;
- массовая доля минеральных примесей не более 0,5 %;
- массовая доля остатков на ситах с отверстиями (стороной ячейки):
- 30 мм, не более 5,0 %;
- 20, 10 и 5 мм, не более 85 %;
- на поддоне, не более 10 %;
- обугленные частицы и металлические включения не допускаются.

Качество кромок и угол среза щепы не учитывается (рис. 8).



Рис. 8. Щеп

Учет технологической щепы производят в кубических метрах плотной массы с округлением до $0,1 \text{ м}^3$. Для перевода насыпного объема щепы в плотный используют коэффициент полнодревесности $K_v = 0,36 \dots 0,43$, величину которого принимают в зависимости от пути транспортирования щепы автомобильным и железнодорожным транспортом. Чем больше расстояние транспортирования, тем большее значение принимают K_v .

Технологическая стружка. Стружку, используемую для изготовления ДСтП, характеризуют фракционным составом, т.е. делением массы стружки по группам размеров по длине, ширине, толщине с указанием номера фракции. Номер фракции, например 10/7, означает, что ее частицы прошли через сито с размером сторон ячейки сита в свету 10 мм и задержались на сите с размером ячейки 7 мм.

По фракционному составу стружку условно делят на 4 фракции:

- пылевая – толщина 0,01...0,1; ширина 0,01...0,5; длина 0,1...1,0 мм;
- мелкая – толщина 0,10...0,15; ширина 0,3...3,0; длина 1...10 мм;
- средняя – толщина 0,15...0,25; ширина 1...3; длина 10...20 мм;
- крупная – толщина 0,25...0,50; ширина 3...10; длина 20...40 мм.

Стружку различают также по форме и размерам (табл. 7).

Исходным сырьем для получения стружки служит низкосортная древесина в виде дров по ГОСТ 13-200-85, технологическая щепка по ГОСТ 15815-83 и другие древесные отходы.

Таблица 7

Типы стружек

Форма стружки	Толщина, мм	Ширина, мм	Длина, мм
Плоская	0,15...0,45	До 12	До 40
Игольчатая	0,15...0,45	До 5	До 40
Мелкая	0,01...0,25	До 2	До 5
Волокно древесное технологическое	0,01...0,30	До 1	До 40
Частицы волокнистые	0,01...0,25	До 0,25	До 6
Стружка станочная	0,10...1,45	До 35	До 12
Опилки	0,10...2,05	До 2,3	До 5
Пыль древесная технологическая	0,01...0,50	До 1	До 1
Пыль шлифовальная	0,01...0,10	До 1	До 1

2.1.8. Машины для изготовления измельченной древесины

Дисковые рубительные машины. Рубительные машины предназначены для рубки круглых и колотых лесоматериалов, отходов лесозаготовок, лесопиления, фанерного производства и деревообработки в технологическую щепу.

Машины бывают дисковые и барабанные, передвижные и стационарные, с загрузочным патроном горизонтальным, наклонным или комбинированным, удаление щепы происходит вверх, вниз или примерно в направлении подачи (табл. 8).

Диаметр ножевого диска в зависимости от производительности машины и сечения измельчаемых лесоматериалов составляет $D_0 = 1000 \dots 3000$ мм, угловая скорость его $\omega = 16 \dots 52 \text{ с}^{-1}$, количество ножей на диске $z = 8 \dots 16$ штук, угол их заточки $\beta = 30 \dots 45^\circ$.

Для подачи материала к механизму резания (рис. 8) в корпусе станины имеется загрузочный патрон горизонтальный с подачей лесоматериала транспортером или наклонный сверху вниз, в котором лесоматериал перемещается под действием сил гравитации. Загрузочный патрон располагается справа или слева от вертикальной оси диска. Полученная щепа удаляется из станка вверх под действием воздушного потока или вниз на транспортер.

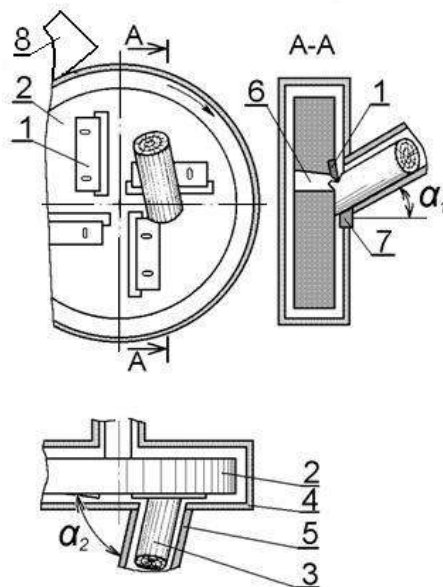


Рис. 9. Схема дисковой рубительной машины:

- 1 – нож; 2 – диск; 3 – лесоматериал; 4 – корпус;
 5 – патрон загрузочный; 6 – окно диска для выхода щепы; 7 – контрнож;
 8 – патрубок для удаления щепы вверх

Таблица 8

Технические характеристики рубительных машин

Параметры	МР3-40Н	МР3-50Н	МР2-20	МРГ-20Б-1
Производительность, пл. м ³ /ч	40	50	20	20...25
Длина щепы, мм	15...25	15-25	15...25	17...22
Размеры поперечного сечения загрузочного патрона, мм	430 × 550	430 × 550	250×400	220×220
Размеры перерабатываемого сырья, мм:				
диаметр	50...315	50...315	50...220	200
макс. размеры горбыля	100 × 420	100 × 420	90 × 350	50 × 400
Длина материала, мм	700...6000	700...6000	700...6000	6000
Приводной электродвигатель:				
мощность, кВт	132	160	75	75
частота вращения, мин ⁻¹	600	600	600	750
Масса машины, кг	8710	8930	6060	6200
Габаритные размеры машины, мм	-	-	-	2520×1720 × 1490

Станок стружечный ДС-8. Станок предназначен для переработки дровяного сырья в стружку для наружных слоев плит и применяется в цехах по производству древесно-стружечных плит.

Станок (рис. 10) состоит из загрузочного транспортера 1, питателя 2 и ножевого вала 5. Питатель 2 состоит из двух цепных конвейеров, расположенных внутри верхней части станины. Каждый конвейер имеет по четыре ветви трехрядных тяговых цепей, между которыми установлены стальные направляющие для опоры заготовок при передвижении их в полости питателя.

Привод питателя расположен в нижней части станины и состоит из электродвигателя, тиристорного преобразователя частоты электрического тока и редуктора.

Ножевой вал станка представляет собой стальной цилиндр с пазами для плоских тонких ножей и ножедержателей. Ножи имеют ступенчатую режущую кромку. Расстояние между ступеньками равно длине стружки. Вал установлен на шариковых двухрядных сферических подшипниках. Привод ножевого вала осуществляется от электродвигателя с короткозамкнутым ротором, который вместе с подмоторной плитой установлен на общем фундаменте.

На задней стенке в нижней части станины имеется открытая полость 4 для отвода стружки. В нижней части станины имеется проем 3, соединенный через специальный канал в фундаменте с воздухозаборной трубой, выходящей из цеха.

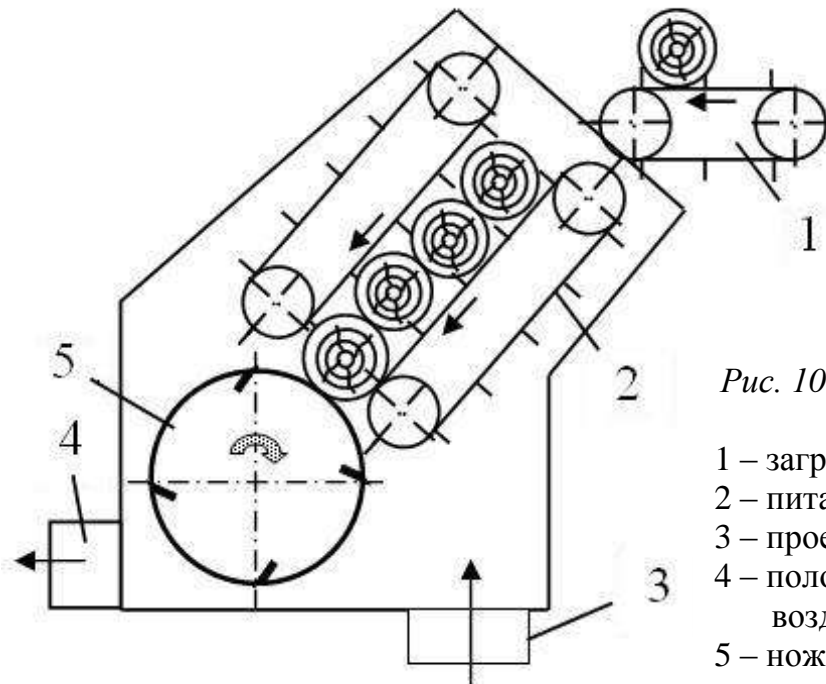


Рис. 10. Схема стружечного станка ДС-8:

- 1 – загрузочный транспортер;
- 2 – питатель;
- 3 – проем для забора воздуха;
- 4 – полость для удаления стружки воздушным потоком;
- 5 – ножевой вал

Дробилки и мельницы. Стружка, получаемая на стружечных станках, часто имеет значительную ширину и требует дополнительного измельчения. Для получения мелкой стружки, используемой для наружных слоев древесно-стружечных плит, применяются дробилки и мельницы. Стружка в дробилках и мельницах дробится, измельчается по ширине методом дробления, а не резания. Размер стружки по ширине при дроблении определяется формой ячеек ситовых вкладышей, окружной скоростью дробильного органа и величиной зазора между дробильным органом и ситом.

Древесные частицы, полученные при измельчении древесины на дробилках и молотковых мельницах, называют *дробленкой*.

Молотковые дробилки. Для измельчения стружки по длине и ширине часто используют молотковые дробилки, работающие по принципу ударного механизма. Отечественная промышленность выпускает молотковые дробилки модели ДМ-7 (рис. 11). Дробилка оборудована ротором 1, собранным из 14 дисков, на которых шарнирно на осях установлено 150 пластин-молотков 2. Ротор может вращаться с частотой 850 мин^{-1} . В корпусе 3 дробилки смонтировано сито 4 цилиндрической формы. Ячейки сита имеют прямоугольную форму с размерами сторон $10 \times 25 \text{ мм}$ или $12 \times 30 \text{ мм}$, соответствующими размерам стружки. Ячейки расположены в шахматном порядке.

Поступающие через загрузочное отверстие стружки молотками ротора отбрасываются к стенке корпуса и сита. При этом вращающиеся молотки ударяют и раскалывают стружки в плоскости волокон.

Измельченные частицы проходят через отверстия сита и воздушным потоком, создаваемым вращающимся ротором, выбрасываются из дробилки.

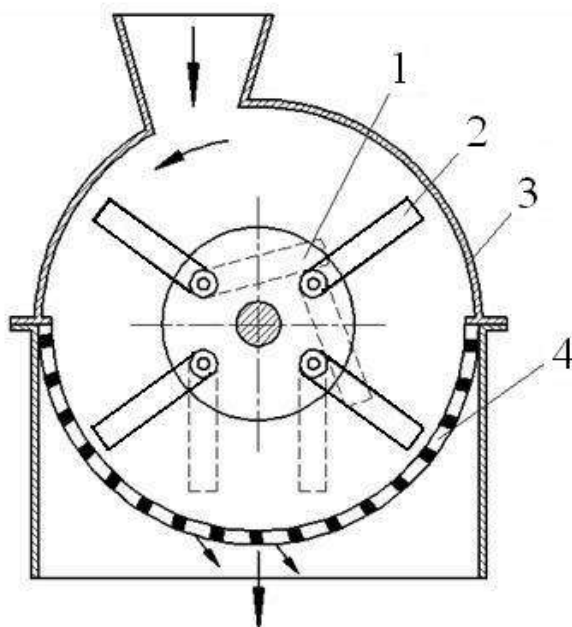


Рис. 11. Схема молотковой дробилки ДМ-7:

- 1 – ротор;
- 2 – молотки;
- 3 – корпус;
- 4 – сита

Контрольные вопросы и задания

1. Назовите термины и дайте определения древесных лесоматериалов.
2. Дайте характеристику потребительских свойств древесных лесоматериалов.
3. Классификация круглых лесоматериалов. Приведите термины и определения.
4. Классификация пиломатериалов. Приведите термины и определения.
5. Приведите характеристику строганных и лущеных лесоматериалов.
6. Классификация измельченной древесины.
7. Приведите описание станков для изготовления измельченной древесины.

2.2. Композиционные древесные материалы

Композиционные древесные материалы делят на две группы: клееная древесина и материалы на основе измельченной древесины [14].

Клееная древесина. В эту группу относят слоистую клееную древесину, массивную и комбинированную клееную древесину. К слоистой клееной древесине относят фанеру, фанерные плиты, древесные слоистые пластики, а также гнutoкленые изделия. К массивной клееной древесине относят клееные панели, доски, бруски, брусья, плиты, используемые в качестве полуфабрикатов, заготовок, деталей и изделий. К комбинированной клееной древесине относят материалы, полученные путем сочетания массивной древесины и шпона, – это столярные плиты.

Большую группу композиционных материалов составляют материалы на основе измельченной древесины.

Классификация материалов приведена ниже.

Фанера – слоистый древесный материал, который представляет собой три и более склеенных между собой листов лущеного шпона с взаимно-перпендикулярным расположением волокон в смежных слоях.

В фанере общего назначения допускается расположение шпона под углом 45° или звездообразно под углом 30 и 60° .

В зависимости от толщины слоев шпона фанера подразделяется на равнослойную и неравнослойную.

Наименование фанеры определяется породой древесины, из которой изготовлен лицевой слой (рубашка) изделия – березовая, ольховая, буковая, липовая, осиновая, тополевая, кленовая, еловая, сосновая, пихтовая, кедровая, лиственничная.

Фанера, облицованная строганым шпоном, – фанера, один или оба наружных слоя которой изготовлены из строганого шпона древесины ценных древесных пород. Фанера используется для внутренней отделки помещений. Шпон для облицовки получают из древесины ценных пород с декоративной текстурой (дуба, ясеня, бука, красного дерева, ореха, ильма, карагача, лиственницы, тиса). Различают две марки фанеры:

- ФОФ – на фенолформальдегидных клеях;
- ФК – на клеях карбамидоформальдегидных.

Ламинированная фанера – фанера, облицованная пленками ПВХ или на основе пропитанных бумаг.

Фанера бакелизированная – конструкционный материал, отличающийся повышенной водостойкостью, атмосферостойкостью и

прочностью. Изготавливается из склеенных феноло- или крезолоформальдегидными смолами листов березового лущеного шпона с взаимно перпендикулярным расположением волокон. Выпускается шести марок: ФБС, ФБСр ФБВ,, ФБВ, ФБС-А и ФБС, - А (ГОСТ 11539-83). У фанеры первых четырех марок наружные слои пропитываются спирто- или водорастворимой смолами, на что указывают последние буквы марок. На наружные слои фанеры остальных двух марок спирторастворимые смеси только наносятся.

Фанерные плиты – клееные материалы, включающие не менее семи слоев лущеного шпона.

Древесные слоистые пластики – композиционный материал, изготовленный в процессе термической обработки под большим давлением из листов березового лущеного шпона, склеенных синтетическими клеями.

Трехслойные плиты из цельной древесины – плиты с взаимно перпендикулярным расположением делянок (досок) в смежных слоях, склеенных водостойким клеем на основе меламиновой смолы. Плиты применяются для производства мебели и облицовки стен и потолков деревянных домов.

Столярные плиты – реечные щиты, оклеенные с обеих сторон двумя слоями лущеного шпона.

Древесностружечные плиты – композиционный материал, полученный путем горячего прессования древесных частиц, смешанных со связующим веществом.

2.3. Характеристика клееной древесины

Фанера общего назначения:

– ФСФ – фанера повышенной водостойкости на фенолформальдегидных клеях;

– ФК – водостойкая фанера на карбамидных клеях.

Фанера, облицованная строганым шпоном:

– ФОФ – облицованная фанера на фенолформальдегидных клеях;

– ФОК – облицованная фанера на карбамидных клеях.

Фанера декоративная:

– ДФ-1 – декоративная фанера с прозрачным бесцветным или окрашенным пленочным покрытием;

– ДФ-2 – декоративная фанера с покрытием из пленки и декоративной бумаги;

- ДФ-3 – декоративная фанера с прозрачным покрытием повышенной водостойкости;
- ДФ-4 – декоративная фанера с непрозрачным покрытием повышенной водостойкости.



Рис. 12. Фанера марки ФК

Фанера ФК водостойкая (рис. 12), используется для внутренних работ: обшивки стен, настила полов, производства мягкой мебели, производства бытовок.

Фанера марки ФСФ водостойкая (рис. 13) применяется для производства наружных работ: обшивки внешних стен, настила полов и кровли, для строительства спортивных сооружений и детских площадок.

(рис. 14) суперводостойкая, используется для выполнения монолитных работ, изготовления опалубки, производства прицепов, рекламных щитов.



Рис. 13. Фанера марки ФСФ



Рис. 14. Ламинированная фанера

Марки фанерных плит:

ПФ-А – смежные листы шпона имеют взаимно-перпендикулярное направление волокон древесины.

ПФ-Б – каждые пять листов шпона с параллельным направлением волокон древесины чередуются с одним слоем с перпендикулярным направлением волокон.

ПФ-В – все слои шпона имеют параллельное направление волокон древесины, кроме центрального, с перпендикулярным направлением.

ПФ-Х; ПФО-Х; ПФД-Х; ПФ-Л – все слои шпона имеют параллельное направление волокон древесины.

Трехслойные плиты из цельной древесины. Это плиты, выполненные из хвойной древесины, склеенные крест-накрест из отдельных слоёв-ламелей (рис. 15). Ламели склеиваются как по кромке, так и по поверхности.

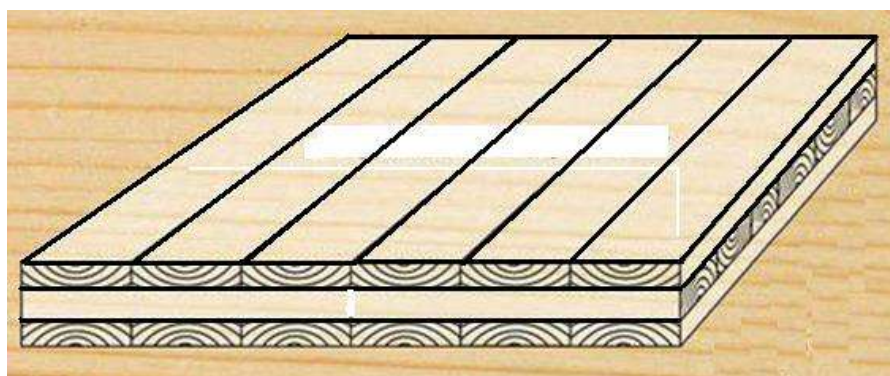


Рис. 15. Трехслойная плита

Технические характеристики трехслойной плиты

Порода древесины	Хвойные породы (ель, сосна)
Форматы плит, м	2,0 \times 5,05; 2,0 \times 6,0.
Толщина плиты, мм	16, 19, 22, 27, 32, 42, 50, 60. Ширина ламелей (верхний слой) 90 ... 160 мм;
Изготовление	водостойкий клей на основе меламиновой смолы; шлифованные поверхности, шлифовальное зерно 60.
Качество поверхности	<i>Сорт АВ:</i> допускаются небольшие здоровые невыпадающие сучки; <i>сорт В:</i> допускаются любые по диаметру здоровые невыпадающие сучки; <i>сорт С:</i> допускаются дефекты, которые не влияют на конструктивные свойства, но сохраняется прочность гвоздевого соединения; <i>сорт D:</i> техническое качество поверхности.
Сорта поверхностей	АВ/В, В/С, С/С, С/Д
Влажность древесины	от 10 % \pm 2 %
Цвет клеевого шва	Светлые клеевые швы
Плотность, кг/м ³	450.
Теплопроводность, Вт/(мК)	$\lambda = 0,13$.

Гнутоклееная древесина. Гнутоклееные детали [15] широко применяются в производстве мебели, спортивного инвентаря, музыкальных инструментов. Это, в частности, сиденья и спинки стульев и кресел, ножки, проножки, боковины и царги стульев, кресел и табуретов, опоры корпусной мебели, ножки столов, подлокотники кресел, ящики, спинкодержатели и др. Они значительно дешевле криволинейных деталей из массивной древесины. Для изготовления их требуется меньший расход сырья, они легче и удобны при сборке.

При изготовлении гнутоклееных деталей используют тонкие слои древесины с влажностью 6...8 % и толщиной 1...10 мм. Толщина h склеиваемых слоев древесины при одновременном их изгибе радиусом R связана следующим соотношением: $h/R = 1/30$. Таким образом, при изготовлении клееной детали из шпона толщиной 1 мм минимальный радиус изгиба криволинейного профиля может быть равным 30 мм.

Наиболее часто криволинейные детали делают из лущеного шпона с одновременной их облицовкой строганным или синтетическим шпоном. Процесс прессования в пресс-формах осуществляется в несколько приемов. Сначала прессуется средний участок пакета, а затем крайние. Такая последовательность создает возможность свободного смещения листов шпона в пакете при его изгибе. Давление прессования на различных участках выравнивается.

Схема пресс-формы с разъемной матрицей приведена на рис. 16 [16].

Пресс-форма состоит из пуансона 2, смонтированного на верхней плите пресса 1, обжимных элементов 4 матрицы, соединенных с гидроцилиндрами 5, и основания матрицы 7, установленной на нижней плите пресса 6. Сформированный пакет 3 укладывается на подвижные обжимные элементы 4 матрицы пресс-формы. Положение пакета показано в периоды до прессования и в момент прессования. При подъеме нижней плиты пресса пуансон изгибает пакет, придавая ему приближенную форму детали, и прессует нижнюю его часть. Затем включаются в работу боковые обжимные элементы, которые создают на боковых участках пакета заданное давление. После склеивания пресс-форма разгружается.

На рис. 17 приведена схема пресса ЛыП-22 для склеивания многослойных лыж длиной до 2200 мм. Матрица пресс-формы выполнена составной.

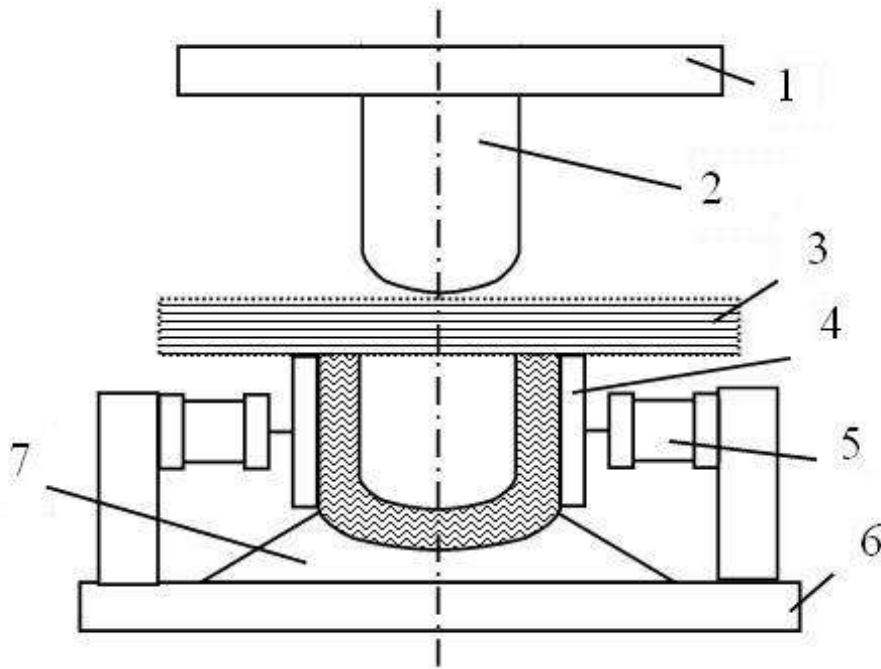


Рис. 16. Пресс-форма с разъемной матрицей:
1, 6 – плиты пресса; 2 – пуансон; 3 – пакет для склеивания из шпона;
4 – боковые прижимы; 5 – гидроцилиндры; 7 – матрица

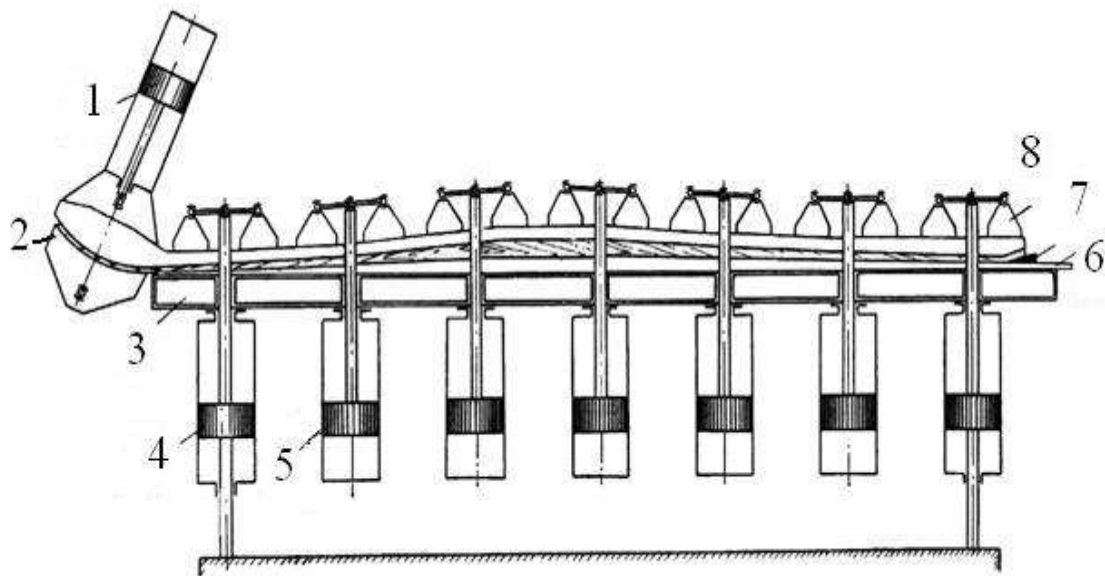


Рис. 17. Схема прессы для склейки лыж модели ЛыП-22

2.4. Древесные плиты

2.4.1. Древесностружечные плиты

Древесностружечными плитами называют плиты, изготовленные методом горячего прессования древесных частиц, предварительно смешанных со связующим. Древесностружечные плиты используют для производства мебели, в строительстве (кроме жилищного строительства, строительства зданий для детских, школьных и лечебных учреждений), в машиностроении, радиоприборостроении и в производстве тары. В России ДСтП выпускаются по ГОСТ 10632-2014 [17].

Плиты по физико-механическим показателям подразделяют на два типа:

- Р1 – плиты общего назначения для использования в сухих условиях;
- Р2 – плиты для использования внутри помещения (включая производство мебели) для использования в сухих условиях.

В зависимости от показателей внешнего вида пластей плиты подразделяют на I и II сорта.

По виду поверхности различают плиты обычные (О) и мелкоструктурные (М), а по степени обработки поверхности выделяют плиты шлифованные (Ш) и нешлифованные (НШ).

В зависимости от содержания формальдегида в плите, выделения формальдегида в воздух плиты подразделяют на три класса эмиссии – E0,5, E1 и E2.

Предельно допустимые нормы содержания формальдегида в плите устанавливают перфораторным методом с размерностью мг/100 г абс. сухой плиты, или методом испытания в климатической камере с размерностью мг/м³ воздуха. Предельно допустимые нормы не должны превышать следующих значений:

	мг/100 г абс. сухой плиты	мг/м ³ воздуха
E 0,5	До 4,0	До 0,08
E 1	Св. 4,0 до 8,0	Св. 0,08 до 0,124
E 2	Св. 8,0 до 20,0	Св. 0,124 до 0,5

Условное обозначение плит должно включать обозначение типа плит, сорт, вид поверхности, степень обработки поверхности, класс

эмиссии формальдегида, номинальные длину, ширину и толщину в миллиметрах, обозначение настоящего стандарта.

Примеры условных обозначений:

Плита типа P1, I сорта, с мелкоструктурной поверхностью, шлифованная, класса эмиссии E1, размером 3500×1750×15 мм:

P1, I, М, Ш, E1, 3500×1750×15, ГОСТ 10632-2014.

Плита типа P2, II сорта, с обычной поверхностью, нешлифованная, класса эмиссии E2, размером 3500×1750×16 мм:

P2, II, О, НШ, E2, 3500×1750×16, ГОСТ 10632-2014.

Размеры плит должны соответствовать следующим значениям, мм:

- длина: 1800 и более с градацией 10;
- ширина: 1200 и более с градацией 10;
- толщина от 1 мм и более с градацией 1 мм.

2.4.2. Плиты с ориентированной стружкой

В середине 70-х годов XX века появились многослойные плиты, в которых стружка в слоях укладывалась как шпон в фанере. При реализации этого способа было предложено использовать стружки длиной 150 мм и шириной 25 мм. Так была получена новая древесно-стружечная плита (рис. 18), названная «Oriented strand board» (OSB), т.е. «Плита с ориентированной стружкой» (ОСП).

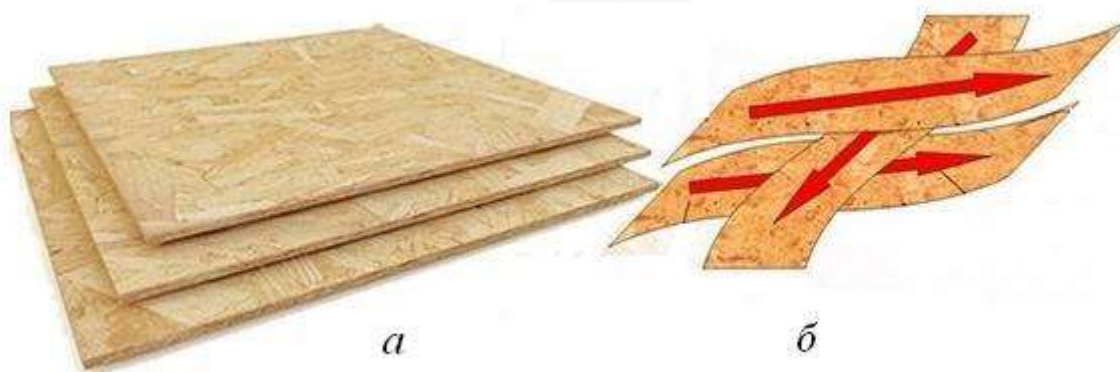


Рис. 18. Плита ОСП:

a – общий вид; *б* – ориентация стружек в слоях плиты

Новый материал создавался как альтернатива дорогой фанере. Испытания плиты показали, что в результате усовершенствования технологии физико-механические характеристики нового материала сравнялись с характеристиками хвойной фанеры. Это позволило повысить конкурентоспособность плит на рынке.

С 1982 года идеальными геометрическими размерами стружки для производства ОСП принято считать следующие: длина 75...150 мм, ширина 15 мм, толщина 0,6...0,8 мм.

Плита древесная с ориентированной стружкой (ОСП) – многослойная плита, изготовленная из склеенной между собой древесной стружки специальной формы. Стружки в наружных слоях плиты расположены в направлении вдоль ее длины или ширины, а во внутреннем слое стружки ориентированы под прямым углом к ее направлению в наружных слоях или имеют случайное расположение (ГОСТ 56309-2014).

Для изготовления стружек может быть использована древесина сосны, осины, тополя, клена, ольхи и других малоценных пород.

В зависимости от физико-механических показателей различают четыре типа плит:

– ОСП-1 – плиты, не несущие нагрузку, предназначенные для применения внутри помещения в сухих условиях;

– ОСП-2 – плиты, несущие нагрузку, предназначенные для использования в сухих условиях;

– ОСП-3 – плиты, несущие нагрузку, предназначенные для использования во влажных условиях;

– ОСП-4 – плиты, несущие повышенную нагрузку, предназначенные для использования во влажных условиях.

По степени обработки поверхностей разделяют плиты нешлифованные (НШ) и шлифованные (Ш).

Плиты выпускаются толщиной 6...40 мм с градацией 1 мм и длиной (шириной) 1200 мм и более с градацией 10 мм.

В зависимости от содержания формальдегида плиты выпускают трех классов эмиссии – E0.5, E1 и E2. Содержание формальдегида в воздухе определяют при испытаниях плит различными экспресс-методами. Выделение формальдегида, установленное методом определения в климатической камере воздуха, должно находиться в следующих пределах, мг/м³:

– для E0.5 – до 0,08;

– для E1 – свыше 0,08 до 0,124;

– для E2 – свыше 0,124 до 1,25.

Примеры условных обозначений:

Плита типа ОСП-3, шлифованная, класса эмиссии E1, размеры 2500×1250×12 мм:

ОСП-3, Ш, E1, 2500×1250×12, ГОСТ32567-2013.

Плита типа ОСП-1, нешлифованная, класса эмиссии E2, размеры 2800×1500×16 мм:

ОСП-1, НШ, E2, 2800×1500×16, ГОСТ32567-2013.

Специалисты отмечают следующие преимущества ОСП.

1. Для производства ОСП можно использовать тонкомерные круглые лесоматериалы, заготавливаемые при выполнении рубок ухода, что невозможно при производстве фанеры.

2. Готовые плиты более однородны, в них не наблюдаются отслоение, воздушные карманы, выпавшие сучки, плиты легко обрабатываются.

3. Для производства ОСП может быть использована древесина различных пород: сосны, осины, тополя, клена, ольхи и др.

4. Обе поверхности плиты ОСП имеют одинаковое качество.

5. Плиты ОСП сочетают в себе хорошие прочностные и декоративные свойства.

6. Стружечные плиты имеют более выгодное соотношение веса и прочностных характеристик. Они легко обрабатываются на станках с использованием твердосплавного режущего инструмента.

С учетом отмеченных преимуществ плиты ОСП быстро завоевали репутацию прекрасного строительного материала, особенно в деревянном домостроении.

2.4.3. Плиты цементно-стружечные

Цементно-стружечные материалы широко применяются в строительстве. К ним относят арболит, фибролит, стружкобетон, опилкобетон, цементно-стружечные плиты.

Цементно-стружечный материал – композиционный строительный материал, изготавливаемый из измельченной древесины, портландцемента и химических добавок, снижающих вредное воздействие экстрактов древесины на цемент. Выпускается в виде плит, блоков.

Плотность материала 1100...1400 кг/м³; удельная теплоемкость – 1,15 кДж/кг·°С, материал паропроницаемый «дышащий», огнестойкий, пламя по поверхности не распространяется, предел огнестойкости – 50 мин.

Материал водостойкий, устойчивый к гниению, обладает хорошей звукоизоляцией.

Гарантийный срок эксплуатации в строительных конструкциях – 50...100 лет.

Арболит – это бетон на цементном вяжущем, органических заполнителях и химических добавках, в том числе регулирующих пористость, и изделия из него (ГОСТ 19222-84).

Арболит предназначается для изготовления теплоизоляционных и конструкционных материалов и изделий, применяемых в зданиях различного назначения с относительной влажностью воздуха помещений не более 60% и при отсутствии агрессивных газов.

В зависимости от средней плотности в высушенном до постоянной массы состоянии арболит подразделяют на:

- теплоизоляционный – со средней плотностью до 500 кг/м³;
- конструкционный – со средней плотностью 500...850 кг/м³.

В зависимости от прочности на сжатие подразделяют на классы:

- В0,35; В0,75; В1 – для теплоизоляционного арболита;
- В1,5; В2; В2,5; В3,5 – для конструкционного арболита.

В качестве вяжущих материалов для изготовления арболитовой смеси применяется портландцемент, портландцемент с минеральными добавками, сульфатостойкий цемент марок не ниже:

- 300 – для теплоизоляционного арболита;
- 400 – для конструкционного арболита.

В качестве органических заполнителей применяется: измельченная древесина из отходов лесозаготовок, лесопиления и деревообработки хвойных пород (ель, сосна, пихта) и лиственных пород (береза, осина, бук, тополь).

Частицы измельченной древесины должны иметь размеры не более 40 мм по длине, 10 мм по ширине, 5 мм по толщине. Содержание коры в измельченной древесине должно быть более 10 %, а хвои и листьев не более 5 % по массе к сухой смеси заполнителей.

Приготовление арболитовой смеси выполняют перемешиванием цемента, измельченных древесных частиц с начальной влажностью 23%, химических добавок и воды. При перемешивании происходит набухание древесных частиц, их размер увеличивается. Набухание древесины длится до 12 часов, а схватывание цементного камня происходило намного быстрее, в течение нескольких часов.

Арболитовая смесь выкладывается в поддоны, которые размещаются на виброплощадке. Номинальные размеры по длине поддонов и бортов равны, мм: до 2500; 2500...4500; 4500...9000; 9000...15000; 15000...21000.

Фибролитовые плиты – это строительный материал, изготавливаемый из смеси длинной и узкой древесной стружки, портландцемента, химических добавок (рис. 19).

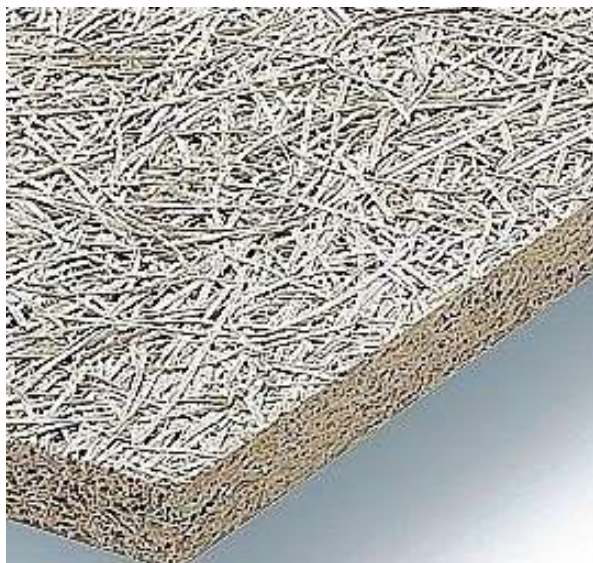


Рис. 19. Плита фибролитовая

Плиты применяют в качестве теплоизоляционного, конструктивно-теплоизоляционного и акустического материала в строительных конструкциях зданий и сооружений с относительной влажностью воздуха в помещении не выше 75 %. Фибролитовые плиты относятся к трудногоряемым и биостойким материалам.

Плиты марки Ф-300 используются в качестве теплоизоляционного материала, марок Ф-400 и Ф-500 – тепло- и звукоизоляционного и конструкционного материала.

Размеры плит, мм:

- длина - 2400, 3000;
- ширина - 600, 1200;
- толщина - 30, 50, 75, 100, 150.

Плотность плит, кг/м³: Ф-300 – 250...350; Ф-400 – 351...450; Ф-500 – 451...500.

Цементно-стружечные плиты (ЦСП) – строительный материал, получаемый путем прессования древесных частиц с цементным вяжущим и химическими добавками (ГОСТ 26816-86). Плиты относятся к группе трудногоряемых материалов повышенной биостойкости и предназначены для применения в строительных конструкциях: в стеновых панелях, плитах покрытий, в элементах подвесных потолков, вентиляционных коробах, при устройстве полов, а также в качестве подоконных досок, обшивок, облицовочных деталей и других строительных изделий.

Плиты выпускаются длиной 3200, 3600 мм, шириной 1200 мм и толщиной 8...10; 12...16; 18...28 и 30...40 мм (рис. 20).

Плотность плит 1100...1400 кг/м³.

Выпускается две марки плит ЦСП-1, ЦСП-2. Прочность при изгибе для ЦСП-1 9...12 МПа; для ЦСП-2 – 9...7 МПа.

В качестве сырья для производства плит используется тонкомерная древесина хвойных пород по ГОСТ 9463-72 и древесина лиственных пород по ГОСТ 9462-71 не ниже 3-го сорта. Смешение пород не допускается.



Рис. 20. Плиты цементно-стружечные

Структурно плита ЦСП включает 58 % цемента, 30 % древесной стружки, 9 % воды, 1,5 % жидкого стекла и 1,5 % сульфата аммония.

Для производства ЦСП используется стружка толщиной 0,3 мм, длиной 25...31 мм и шириной 1,6...4,8 мм. Стружку получают на стружечных станках ДС-8, ДС-7А и молотковой мельнице ДМ-8А.

2.5. Плиты древесноволокнистые

2.5.1. Общая характеристика плит

Древесноволокнистая плита (ДВП) – листовой материал, изготовленный путём горячего прессования или сушки ковра из древесных волокон с введением при необходимости связующих и специальных добавок.

Известны плиты мокрого (ГОСТ 4598-1986) и сухого (ГОСТ 32687-2014) способа производства.

Плиты мокрого способа производства могут быть твердые и мягкие. Твердые плиты подразделяются на марки:

Т – 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 (полутвердые);

СТ – повышенной прочности (сверхтвердые) с необлагороженной лицевой поверхностью;

СТ-С – повышенной прочности (сверхтвердые) с лицевым слоем из тонкодисперсной древесной массы.

Плиты марок Т, Т-С, Т-П, Т-СП в зависимости от уровня физико-механических показателей подразделяют на группы качества: А и Б; по качеству поверхности плиты этих марок подразделяют на I и II сорта.

Мягкие плиты в зависимости от плотности подразделяют на марки: М-1, М-2 и М-3.

Размеры плит твердых:

- длина – 1220...3660 мм;
- ширина – 1220...2140 мм;
- толщина – 2,5...6,0 мм.

Размеры плит мягких:

- длина – 1220...3000 мм;
- ширина – 1220...2140 мм;
- толщина – 8; 12; 16 мм.

Плотность плит: твердых – 800...1100 кг/м³, мягких – 100...400 кг/м³.

Предел прочности при изгибе: твердых – 15...47 МПа, мягких – 0,4...1,8 МПа.

Плиты сухого способа производства подразделяют:

– по физико-механическим показателям на две группы качества – А и Б;

– по выделению формальдегида в воздух на два класса эмиссии – Е1 и Е2 (для Е1 норма выделения формальдегида в воздух равна не более 0,124 мг/м³; для Е2 – в пределах 0,124...0,300 мг/м³);

– по внешнему виду покрытия на I и II сорт;

– по степени блеска покрытия на глянцевые (Г) и матовые (М);

– по виду печати покрытия на одноцветные (Оц) и с печатным рисунком (Пр);

– по фактуре поверхности на гладкие (Гл) и рельефные (Р).

Размеры плит:

- длина и ширина – от 1830 мм и более с градацией 10 мм;
- толщина – от 3 мм и более с градацией 1 мм.

Предел прочности ДВП при изгибе 18...25 МПа, плотность 650...950 кг/м³.

В качестве сырья для производства ДВП используются щепы из отходов лесопильно-деревообрабатывающего производства, тонкомерные круглые сортименты древесины ели, пихты, сосны, осины, тополя и др., которые перерабатываются в волокно. В древесную массу волокон добавляют парафин, канифоль, повышающие водостойкость плит. Для увеличения физико-механических свойств твердых плит в древесную массу вводят синтетические смолы в количестве 4...8 %. В состав массы вводят также антипирены, антисептики.

Древесноволокнистые плиты используют для строительства, машиностроения, радиоприборостроения, производства мебели, товаров народного потребления в условиях, защищенных от увлажнения.

2.5.2. Станки для размола древесины

Для размола древесины с целью получения волокнистой древесной массы используют станки, называемые дефибрерами, дефибраторами и рафинерами.

Дефибрер – рабочая машина для получения древесной массы истиранием (в присутствии воды) балансовой древесины поверхностью вращающегося абразивного камня.

Дефибратор – машина для получения древесной массы путём истирания пропаренной, смешанной с водой щепы.

Рафинер – (фран. *raffineur* – очищать, делать более тонким), рабочая машина непрерывного действия для вторичного размола древесной массы. В рафинере волокнистая масса в виде водной суспензии поступает в зазор между размалывающими дисками, в результате чего обеспечивается более тонкий размол.

2.5.3. Рафинер-мельница

Рафинер-мельница включает два металлических диска, один из которых неподвижный, а другой соединен с приводом. Зазор между дисками (0,1 мм и более) регулируется гидроцилиндром (рис. 21).

Рабочая поверхность дисков набрана из сменных металлических сегментов (рис. 22) и имеет сложный рисунок называемый *гарнитурой рафинерных дисков*. Рабочими элементами гарнитуры являются рифли в виде ножеподобных узких полос, выступающих на поверхности диска и расположенных под небольшим углом к радиусу. Размер рифлей уменьшается в направлении от центра. Глубина рифлей, форма, расположение канавок влияет на скорость проталкивания массы

через размалывающую зону, а также на удельное давление при размолле и качество массы.

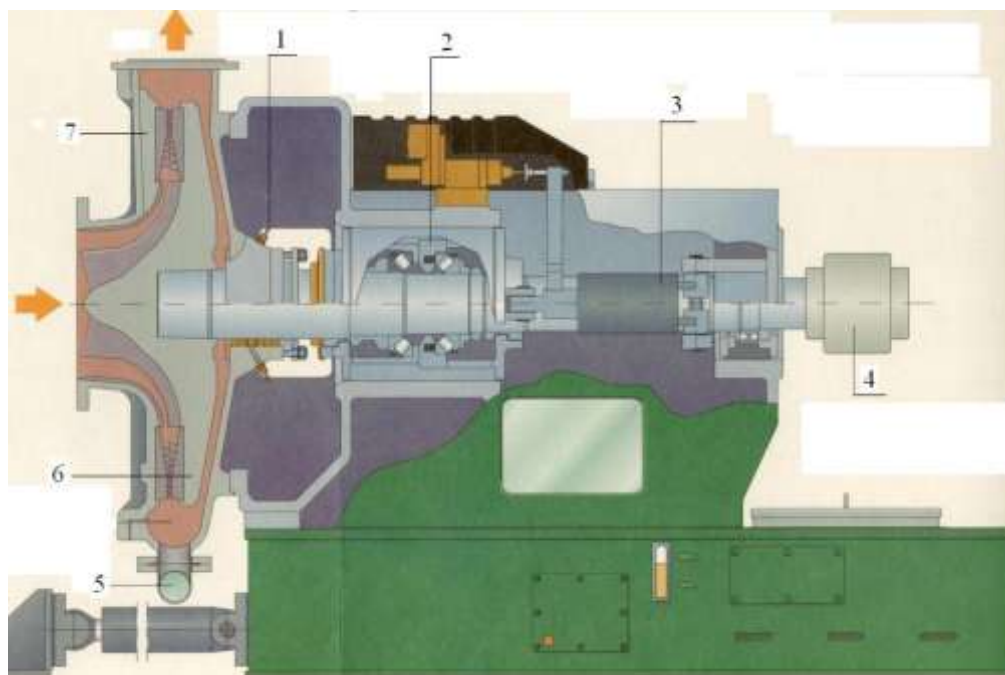


Рис. 21. Рафинер-мельница:

- 1 – соединение для уплотнительной воды; 2 – подшипниковый узел;
3 – гидроцилиндр для регулирования зазора между дисками; 4 – муфта
соединения вала с двигателем; 5 – вода для разбавления; 6 – диск
приводной регулируемый; 7 – диск неприводной

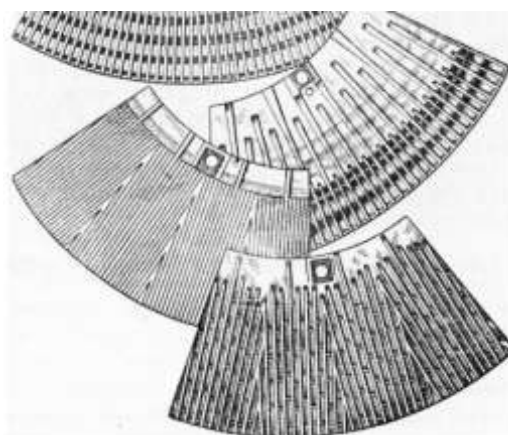


Рис. 22. Сегменты размалывающих дисков

При работе мельницы дефибратора щепы захватывается сначала крупными зубцами гарнитуры, истирается и по мере перемещения к краю диска перемалывается на мелкие волокна. На выходе из мельницы получают древесноволокнистую массу – пульпу. **Пульпа** – это суспензия волокна в воде различной концентрации.

После первичного размола концентрация массы составляет 33 %. В случае необходимости вторичного размола на рафинере пульпу разбавляют водой до концентрации 3–12 %. Средняя толщина волокон 0,04 мм, длина 1,5–2,0 мм.

Диаметр размалывающих дисков может быть, например, 1500 мм, частота вращения 1800 мин^{-1} , мощность двигателя механизма главного движения 250 кВт и более.

2.5.4. Мокрый способ производства плит

В полученную при рафинировании древесную массу с волокнами толщиной 0,04 мм и длиной 1,5...2,0 мм вводят гидрофобные добавки. Вводят также упрочняющие добавки, например, фенолоформальдегидные смолы, альбуминовый клей, пропитывающие составы. Эти добавки образуют на поверхностях плит защитные пленки, которые повышают прочность и водостойкость плит.

Подготовленную таким образом древесную массу разбавляют оборотной водой до технологически необходимой концентрации, 0,9...1,8 % и подают в напускной ящик отливочной машины (рис. 23).

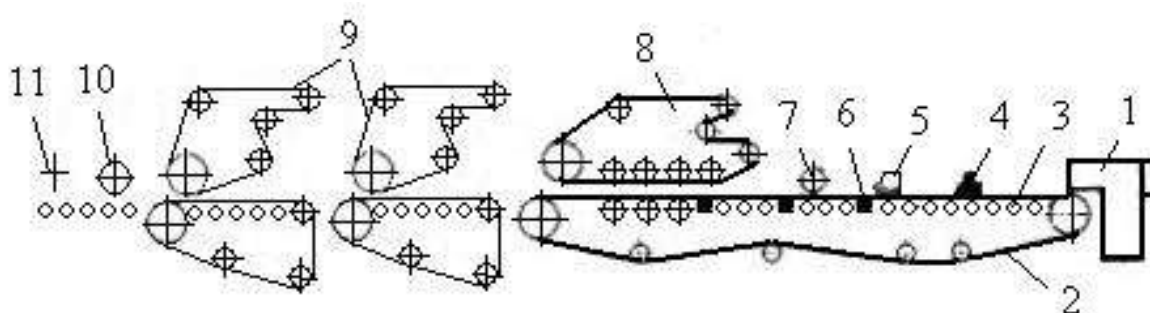


Рис. 23. Схема линии формирования ковра плит мокрого способа производства:

- 1 – напускной ящик; 2 – сетка конвейера; 3 – регистровый валик;
- 4 – трамбовщик ковра; 5 – ящик для отделочной массы;
- 6 – отсасывающий ящик; 7 – разравнивающий валец; 8 – форпресс;
- 9 – гауч-прессы; 10 – станок для продольной обрезки ковра;
- 11 – станок для поперечной обрезки

На предприятиях России при формировании древесноволокнистых ковров широко применяют плоскосеточные отливные машины марок ХВ-1220/М, ХВ-1700, ХВ-2200/М (Польша).

На машине применяется сетка из фосфористой бронзы или из моноволокна. По краям сетки для предотвращения стекания жидкой волокнистой массы установлены два замкнутых ремня. Ремни своими рабочими ветвями свободно лежат на сетке и перемещаются вместе с ней.

Удаление воды из налитой на сетку жидкой волокнистой древесной массы происходит на трех участках наливочной машины: свободно через сетку на регистрающей части, принудительно на отсасывающей части и принудительно на прессовой части в прессах 8 и 9. Регистровые валики, поддерживающие сетку, опираются на регистровые балки, которые установлены с углом подъема $2,5...3^\circ$. Это необходимо для выравнивания скорости вытекающей массы со скоростью сетки и предотвращения образования наплывов.

Для лучшего переплетения волокон и получения ковра с ровной поверхностью над сеточной частью машины установлен вертикальный вибратор. Он представляет собой узкую планку, подвешенную на двух металлических штангах, верхние концы которых шарнирно закреплены на эксцентриках горизонтального вала. Планка опущена в слой массы над сеткой и при вращении вала совершает быстрые вертикальные колебательные движения.

Над первым отсасывающим устройством расположен наливной ящик 5, формирующий на поверхности тонкий слой тонкоразмолотой массы.

Механический отжим воды начинается в форпрессе его обрезанными валами. Валы изготовлены из металлических труб и имеют диаметр 260 мм. Давление валов форпресса постепенно нарастает. При этом оси верхних валов смещены с опережением по отношению к осям нижних валов, что предотвращает раздавливание ковра.

Окончательный отжим влаги производится гауч-прессами. Для сохранения структуры ковра отжим ведется между сетками, каждая из которых оборудована системой натяжения. Сетка охватывает пресс и несколько сеточных валиков, один из которых регулируем.

На выходе из прессов влажность ковра должна иметь следующие значения: для твердых и сверхтвердых плит толщиной 3,2 мм – $(72 \pm 3) \%$, для мягких плит толщиной 12 мм – $((61...63) \pm 1)\%$. Готовый ковер поступает на роликовый транспортер и обрезается в размер на обрезных станках беззубыми дисками. Сырые плиты имеют размеры по длине и ширине на 30...60 мм больше, чем у готовой плиты.

Окончательное формирование плиты происходит в многоэтажном горячем прессе. Прессование происходит при давлении 3...5 МПа

и температуре 210...230 °С. Продолжительность цикла прессования 8...11 мин.

2.5.5. Сухой способ производства плит

При сухом способе производства древесноволокнистых плит волокнистая масса после размола не разбавляется водой, а, наоборот, высушивается и настиляется на сетку в сухом виде. Из ковра отсасывается воздух, в результате чего ковер уплотняется. Затем он подпрессовывается, обрезается, раскраивается на отдельные форматы, которые поступают в пресс.

Благодаря тому, что волокно сухое, продолжительность прессования уменьшается в 2...3 раза.

Сухим способом можно делать древесноволокнистые плиты толщиной до 20...30 мм средней плотности (700—800) кг/м³.

Сырье. При сухом способе производства используют главным образом щепу из древесины лиственных пород, так как она имеет короткие соизмеримые по длине волокна. Допускается использование также щепы из хвойных пород, однако их смешение не рекомендуется. Вообще, для получения технологической щепы марки ПВ, предназначенной для производства древесноволокнистых плит, могут быть использованы любые породы древесины (ГОСТ 15815-83).

Фракционный состав волокон и степень помола. Для размола щепы применяют одноступенчатую схему с использованием парочно-размольной установки. Однако после первичного размола грубая фракция волокон составляет 12...15 %, поэтому для получения высококачественных плит после дефибрирования часто применяют оборудование для вторичного размола.

Фракционному составу волокон и их степени помола уделяют большое значение. Удовлетворительной считают такую древесноволокнистую массу, в которой крупная фракция, оставшаяся на сите № 10 (10 отверстий или ячеек на 1 дюйм сетки), составляет 10 %, средняя фракция на сите № 80 содержит 70 % и мелкая на сите № 200 – 20 % древесной массы.

Связующее и гидрофобизирующие добавки. В древесную массу вводят связующее и гидрофобизирующие добавки. В качестве связующего применяют фенолоформальдегидную смолу марки СФЖ-3014, расход которой зависит от толщины плиты: при толщине плиты 6...8 мм – 4 ...5 % от массы сухого волокна, при 10...12 мм – 6...8 %.

Потребность в связующем объясняется тем, что при сухом способе производства пластичность волокон недостаточна, силы поверхностного натяжения развиваются слабо, и при прессовании плит не обеспечиваются прочные связи между древесными волокна.

Для придания плите гидрофобных свойств в ее композицию добавляют восковые продукты (парафин). Парафин вводят в расплавленном виде при температуре 80...90 °С путем впрыскивания его в щепу при подаче ее в пропарочный котел. Расход парафина составляет 1% от массы сухого древесного волокна.

2.5.6. Плиты МДФ

МДФ – это древесноволокнистая плита сухого способа производства плотностью 700...870 кг/м³. Русская транскрипция *МДФ* получена от английского названия плит «Medium Density Fiberboard», что означает «среднеплотная волокнистая плита» с аббревиатурой **MDF**.

В России выпуск плит **МДФ** начат в 1997 году в поселке Шексна Вологодской области. Сейчас крупными производителями плит МДФ в России являются ЗАО «Плитспичпром», ОАО «Лесплитинвест», ЗАО «Русский ламинат», ООО «Кроностар», ООО «Шекснинский КДП».

Плиты МДФ выпускаются с размерами: 1650 × 1650 мм, 2800 × 1650 мм, 2750 × 1650 мм, 2250 × 1650 мм и 2440 × 1650 мм, а также 3660 × 1650 мм, 3050 × 1650 мм, 2100 × 1650 мм и 1850 × 1650 мм. Номинальная толщина плит, мм: 1,8...2,5; 2,5...4,0; 4...6; 6...9; 9...12; 12...19; 19...30; 30...45; 45...60.

Тонкие плиты толщиной 6...8 мм используют в строительстве для производства стеновых и потолочных панелей, из них делают основание для напольных покрытий. Плиты толщиной от 16 до 30 мм используют для изготовления профилированных (рельефных) фасадов мебели, крышек столов, профильных изделий различного назначения, корпусов пианино, футляров часов. Из плит толщиной от 30 до 60 мм делают внутренние и наружные двери, крышки столов с профилированными кромками, различные детали мебели, лестничные ступеньки и перила.

Плиты МДФ хорошо обрабатываются резанием на станках круглопильных, фрезерных и продольно-фрезерных, сверлильных и шлифовальных.

2.6. Товары химической переработки древесины

Химическая переработка древесины осуществляется по трем основным направлениям: термическое разложение древесины, целлюлозно-бумажное и гидролизное производство. Из древесины можно получать метиловый и этиловый спирты, уксусную кислоту, фенолы, фурфурол, канифоль, скипидар, камфору, дубители и др.

2.6.1. Товары термического разложения древесины

Термическое разложение органических соединений при недостатке кислорода называют **пиролизом**. Нагрев древесины производится до температуры 400...500 °С без доступа воздуха в печах периодического или непрерывного действия. В результате нагрева получают 32...38 % древесного угля, 14...15 топливного газа, 16...20 % смолы (фенолы, растворители, скипидар, масла), 3...7 % уксусной кислоты, 1...1,5 % метилового спирта, 0,2...0,9 % ацетона.

Уголь древесный (ГОСТ 7657-84) представляет собой твердое блестящее вещество черного цвета с синеватым отливом.

Древесный уголь применяют в производстве кристаллического кремния, цветных металлов, активных углей, сероуглерода, ферросплавов и для других целей. Различают три способа получения древесного угля: костровый, печной и ретортный.

Суть ретортного способа заключается в том, что съемные реторты заполняются древесными чурками длиной около 300 мм и устанавливаются сверху на топку (рис. 24). Образующиеся при пиролизе газы через специальные отверстия отводятся и подаются в топку, где они перегорают.

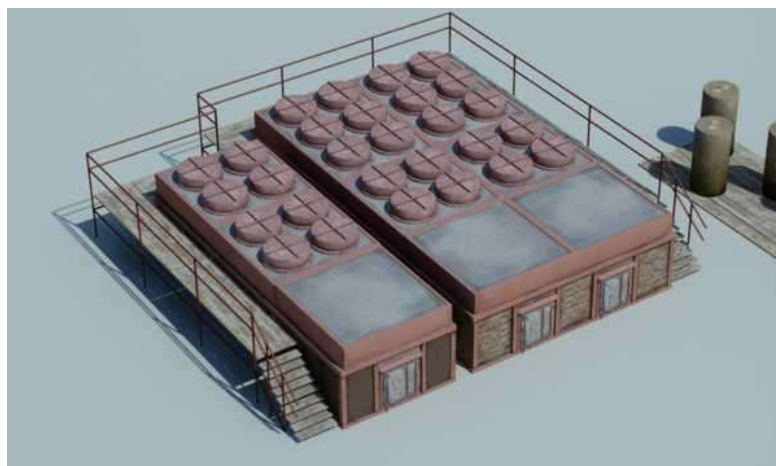


Рис. 24. Установка со съемными ретортами

Технология получения угля из древесины состоит из нескольких этапов: сушки, пиролиза, дожига и остывания. С использованием съемных реторт процесс углежжения становится непрерывным. Пока в одной емкости дрова сушатся, в другой они окисляются, в следующей догорают. Ту реторту, в которой процесс окончен, достают, устанавливают на площадку для остывания, а на ее место загружают другую со «свежим» материалом. При этом выделяемый при пиролизе газ в одной из реторт служит основным источником энергии для переработки остальных.

Древесное сырье заготавливается из древесных пород, группы которых указаны в табл. 9.

Таблица 9

Группы древесных пород

Назначение древесного сырья	Группа породы		
	1	2	3
Для пиролиза	Береза, бук, ясень, граб ильм, вяз, дуб, клен	Осина, ольха, ли- па, тополь, ива	–
Для углежжения	–	Сосна, ель, кедр, пихта, листвен- ница	Осина, ольха, ли- па, тополь, ива

Древесный уголь вырабатывают трех марок:

- *A* – уголь, получаемый при пиролизе древесины пород группы 1;
- *B* – уголь, получаемый при пиролизе смеси древесины пород групп 1 и 2;
- *B* – уголь, получаемый при углежжении смеси древесины пород групп 1, 2 и 3.

Влажность ретортного угля должна быть не более 6 %, содержание золы не более 3 %. Костровый и печной уголь подразделяется на три марки: *A* — березовый и из твердых лиственных пород, *B* — смешанных лиственных пород, *B* — хвойных и мягких лиственных пород.

Уголь всех видов хранится в бумажных мешках, рогожных кулях и деревянных ящиках под навесом. Срок хранения угля – год. Учитывается уголь в килограммах.

Этиловый спирт – прозрачная горючая жидкость. Из 1 м³ древесных отходов гидролизом можно получить 75 кг спирта.

Применяется этиловый спирт для производства уксуса, серного эфира, хлористого этила, алкогольных напитков, крепления виноградных вин, бездымного пороха, вязкого шелка, киноплёнки, искусственной кожи, а также в медицине, полиграфии и пр.

Берестовый деготь — густая, маслянистая, неклеякая жидкость черного цвета с голубовато-зеленым или зеленовато-синим отливом. Из 1 м³ спрессованной бересты можно получить 150 кг дегтя.

Берестовый деготь применяется для пропитки кож (придает ей прочность, гибкость и эластичность), а также в медицине и косметической промышленности. Хранится в бочках и другой таре, учитывается в килограммах.

2.6.2. Товары целлюлозно-бумажного производства

Целлюлоза. Целлюлоза (*cellulose*, клетка, (C₆H₁₀O₅)_n) — клетчатка, основное вещество, из которого построены стенки клеток древесины. В древесине целлюлозы содержится 45 %, во льне и хлопке — 80 %, в коре — 20 %.

Исходным сырьем для варки целлюлозы используется технологическая щепа размерами 20×20...25×2,5...5 мм. Могут использоваться опилки. Эти измельченные частицы помещают в варочный котел, содержащий NaHSO₄ (гидросульфид натрия) и SO₂ (сернистый газ). Кипячение проводят при давлении 0,5 МПа в течение 12 часов. При этом в растворе происходит химическая реакция с получением вещества *гемицеллюлозы*, вещества *лигнина* и чистой целлюлозы, которая выпадает на дно варочного котла. При этом лигнин, взаимодействуя с сернистым газом в растворе, дает этиловый спирт, ванилин, различные дубильные вещества, а также дрожжи пищевые.

Дальнейший процесс **получения целлюлозы** связан с измельчением осадка при помощи роллов, в результате чего получают частицы целлюлозы размером около 1 мм. Когда такие частицы попадают в воду, то набухают и образуют взвесь волокон целлюлозы в воде.

Бумага. Для получения бумаги в зависимости от ее качества в раствор целлюлозы добавляют некоторое количество химически не обработанной древесной массы, а также наполнители, клеящие вещества и различные добавки. Далее массу отливают на непрерывно движущуюся сетку, обезвоживают, прессуют, сушат и полученную бумагу сматывают в рулон. Процесс изготовления непрерывный. Скорость выхода бумажной ленты 750...1000 м/мин.

Применение целлюлозы. При взаимодействии целлюлозы с кислотами образуются сложные эфиры, при взаимодействии со спиртами – простые эфиры. Наиболее распространены азотнокислые эфиры (нитроцеллюлоза), которые получают при действии на целлюлозу азотной (и серной для связывания выделяющейся воды) кислот. При содержании азота (N_2) в эфире 10,7...12,3% получается коллоксилин – исходный продукт для изготовления нитролаков, кино-, фотопленки, коллодия, целлулоида и др.; при содержании N_2 12,4...13% получают пироксилин, бездымный порошок, другие взрывчатые вещества.

Вискозное волокно и ткани изготавливаются на основе уксуснокислых эфиров целлюлозы. При взаимодействии целлюлозы с 18...20 %-ным раствором едкого натра образуется щелочная целлюлоза. После измельчения и созревания на нее воздействуют сероуглеродом получают ксантогенат целлюлозы, растворимый в слабом растворе едкого натра, – это есть вискоза. Ее под давлением продавливают через решетку с отверстиями (фильеры) в водный раствор серной кислоты. Волокна в растворе затвердевают, затем собираются в пучок, образуя нить искусственного шелка. После промывки, сушки и перемотки вискозная нить готова.

2.6.3. Товары гидролизной переработки древесины

Гидролиз древесины осуществляется следующим образом. Смесь измельченных древесных отходов с разбавленной серной кислотой нагревают в котле (паром) до 180...190 °С. В результате гидролиза полисахариды древесины распадаются, образуя в растворе моносахариды, т.е. простые сахара, летучие вещества (метиловый спирт, уксусную и муравьиную кислоты) и твердый остаток – гидролизный лигнин. Раствор, содержащий сахар, выводят из котла, нейтрализуют (кислоту) известью, отделяют осадок и направляют в бродильный чан. В процессе брожения происходит микробиологическая переработка дрожжевыми бактериями сахара в спирт, в результате чего к концу процесса в растворе содержится 1,2...1,6 % этилового спирта. Этиловый спирт – основное сырье для получения синтетического каучука, красителей, фотохимикатов, медикаментов, пластмасс.

Продуктами гидролизного производства являются также кормовые белковые дрожжи, фурфурол, углекислота, ксилит.

2.7. Обмер, учет и маркировка лесоматериалов

2.7.1. Обмер высоты деревьев

Для измерения высоты стоящего дерева применяют различные приборы и приспособления. На практике чаще всего используют мерную вилку, эклиметр и маятниковый высотомер.

Замер высоты дерева вешками. Высоту дерева можно определить с помощью двух вешек (рис. 25). Одна вешка должна быть равна расстоянию от земли до уровня глаз наблюдателя, а вторая выше его роста. Высокую вешку ставят на расстоянии от дерева, примерно равном его высоте, измеренной на глаз.

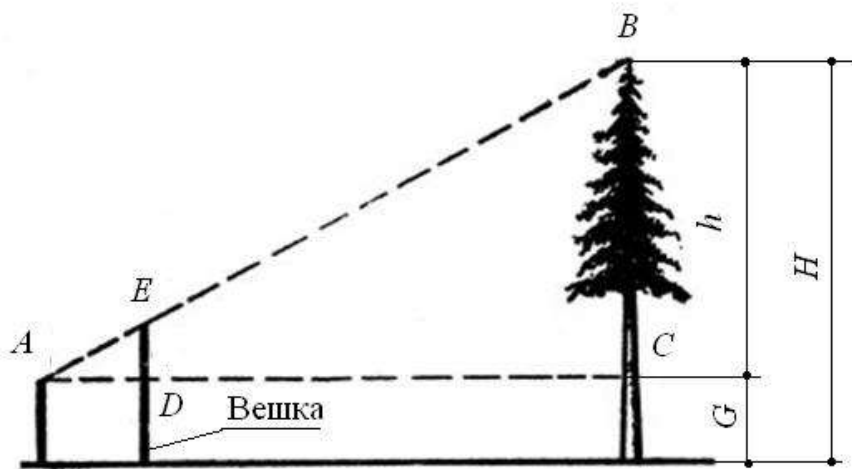


Рис. 25. Измерение высоты дерева

При визировании на вершину дерева должна получиться прямая линия AB , проходящая через вершины вешек на вершину дерева. На расчетной схеме получены два подобных треугольника ABC и AED . Обозначим $AC = a$, $AD = b$. Величина $ED = h'$ равна разности высот вешек. Из подобных треугольников получим

$$\frac{h}{h'} = \frac{a}{b}.$$

Отсюда

$$h = \frac{ah'}{b}.$$

Высота дерева

$$H = h + G.$$

Замер высоты дерева мерной вилкой. Часто высоту дерева определяют мерной вилкой (рис. 26). В равнинных условиях техника измерения складывается из следующих приемов. Наблюдатель отходит от дерева в сторону примерно на расстояние, равное высоте дерева, это расстояние точно измеряют рулеткой.

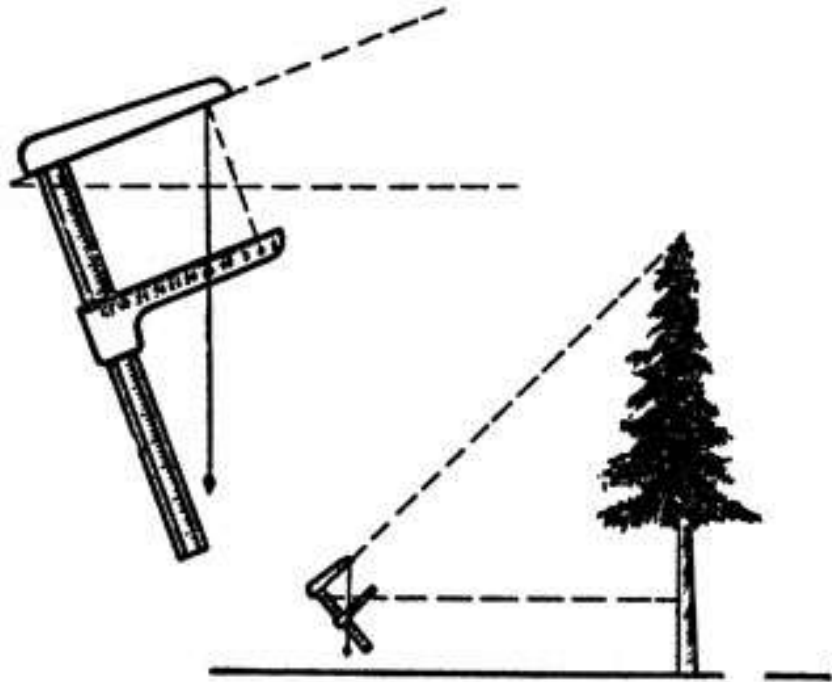


Рис. 26. Измерение высоты дерева мерной вилкой

Подвижную ножку мерной вилки отодвигают от неподвижной на число сантиметров, равное количеству метров от дерева до наблюдателя, и закрепляют ее винтом. Затем, приложив вилку ко лбу, визируют по внутренней грани неподвижной ножки на вершину дерева. Шнур с отвесом пересекает при этом деления на подвижной ножке. Показанное шнуром отвеса число сантиметров, замененное метрами, плюс рост наблюдателя (примерно 1,5 м) будет высотой дерева [18]. Точность измерения деревьев мерной вилкой не выше $\pm 0,5$ м.

Замеров высот эклиметром. Эклиметр – это простейший геодезический инструмент, служащий для измерения углов наклона местности с точностью до десятых долей градуса.

Эклиметр (рис. 27) состоит из цилиндрической коробки, к которой сбоку наглухо прикреплена визирная трубка с диоптрами. Внутри коробки свободно закреплен на оси диск с цилиндрическим ободком и грузом. На ободке нанесены градусные деления, подписанные через

каждые 10° . При любом положении коробки груз обеспечивает совпадение нулевого деления кольца в горизонтальной плоскости. Поворот коробки относительно горизонтальной оси фиксируется делениями кольца, который тормозится стопорной кнопкой и пружиной.

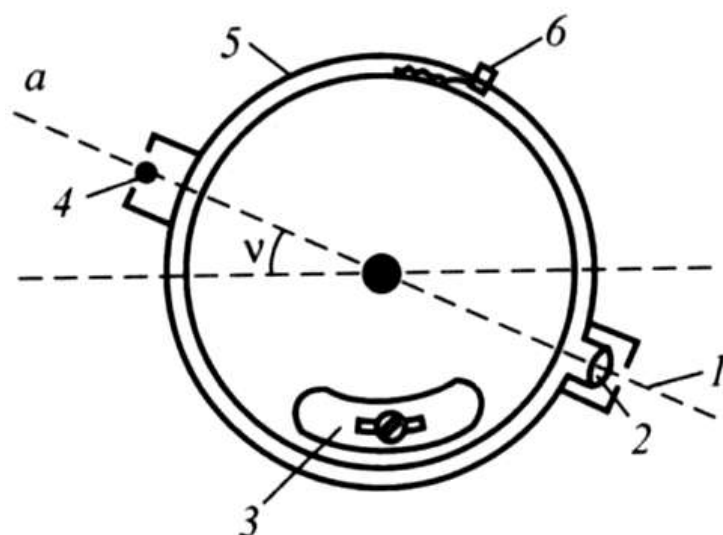


Рис. 27. Эклиметр:

- 1 – визирная линия боковой трубки;
- 2 – окуляр для определения делений на ободке диска;
- 3 – груз на диске;
- 4 – металлический волосок;
- 5 – коробка;
- 6 – стопорная кнопка и пружина

Измерение высоты дерева эклиметром (рис. 28) заключается в следующем. Наблюдатель отходит от дерева примерно на расстояние, равное высоте дерева, и визирует на его вершину. Удаляясь от дерева или приближаясь к нему, следует принять такое положение, чтобы на шкале эклиметра было 45° . Расстояние от этой точки до дерева плюс рост наблюдателя дадут высоту дерева.

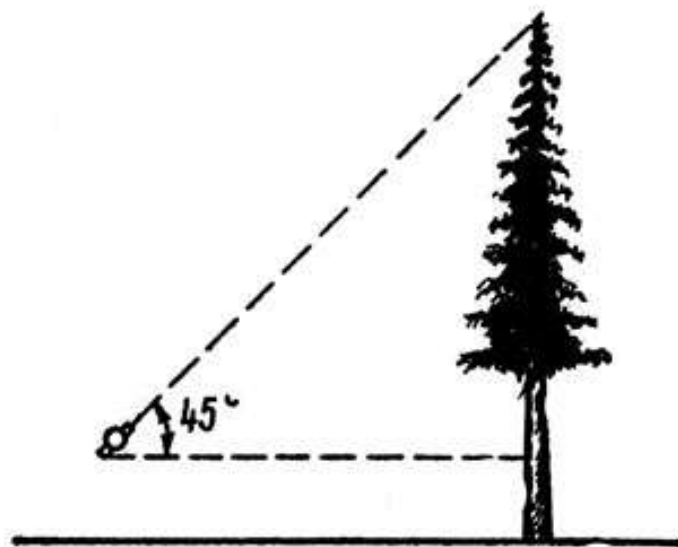


Рис. 28. Измерение дерева с помощью эклиметра

2.7.2. Учет круглых лесоматериалов

Основными потребителями круглых лесоматериалов являются лесопильные и фанерные предприятия. Бревна лесопильное предприятие покупает и поэтому, принимая сырье от продавца, стремится понять, за что платит деньги.

Под учетом понимают совокупность технологических операций, связанных с определением породы, сорта, размеров и объема бревен.

При сортировке по породам хвойные лесоматериалы, предназначенные для выработки пиломатериалов на экспорт, укладываются так: ель и пихта укладываются вместе, сосна – отдельно, кедр – отдельно, лиственница – отдельно.

Для получения пиломатериалов и заготовок из лиственных пород древесины используют все породы кроме дуба, бука, ясеня, ильма, клена, граба. Чаще всего используют древесину березы.

По качеству древесины, определяемой совокупностью различных пороков, круглые лесоматериалы делят на 3 сорта, обозначаемых арабскими или римскими цифрами:

- 1 или I – первый сорт;
- 2 или II – второй сорт;
- 3 или III – третий сорт.

По толщине (диаметрам) круглые лесоматериалы делят на 5 групп (0, 2, 4, 6, 8), см:

- 20, 30, 40 и т.д. - 0;
- 22, 32, 42 и т.д. - 2;
- 14, 24, 34 и т.д. - 4;
- 16, 26, 36 и т.д. - 6;
- 18, 28, 38 и т.д. - 8.

Для правильного учета пиловочного сырья современные предприятия используют специальные программные продукты, например, «1С: Лесозавод 8» (1С – название фирмы разработчика).

С помощью программного продукта производится грамотное управление закупками пиловочника, управление поштучной приемкой пиловочника, приемкой пиловочника по геометрическому обмеру, по контрольному замеру. Кроме того, производится обоснованный возврат товаров поставщику, выполняется управление складом пиловочника, осуществляется перемещение пиловочника, полуфабрикатов, готовой продукции и отходов между местами хранения, выполняется списание сырья в производство. Программой отражается сортировка пиловочника, его окорка, пиление и др.

Специалисты считают, что использование программного продукта не вызывает больших трудностей и позволяет получить полную информацию о положении дел на складе сырья в любой момент времени.

2.7.3. Общие сведения об измерении диаметра бревен

Диаметры круглых лесоматериалов определяют с помощью специальных измерительных инструментов (табл. 10).

Если измеряемый диаметр бревна не превышает 20 см, то проводят одно измерение диаметра на середине длины бревна. Для овальных бревен проводят два измерения диаметра, одно перпендикулярно к другому, и вычисляют среднеарифметическое значение.

Если измеряемый диаметр бревна превышает 20 см, а число таких бревен в партии менее 100 шт., то проводят два измерения диаметра, одно перпендикулярно к другому, и вычисляют среднеарифметическое значение.

Для определения объема бревна диаметры измеряют без коры. Измеряют следующие диаметры:

- верхний диаметр d ;
- нижний диаметр D ;
- срединный диаметр (диаметр на середине длины бревна) d_c .

Таблица 10

Инструмент для измерений диаметров круглых лесоматериалов

Наименование	Предел измерений	Допускаемая погрешность, мм
Рулетка измерительная металлическая со шкалой 0–2 м 3-го класса точности: Р2НЗК, Р2НЗД, Р2НЗП, Р2УЗК, Р2УЗД, Р2УЗП	0–2 м	±0,6 мм
Линейка измерительная металлическая 0–500 мм с одной или двумя шкалами	0–500 мм	±0,15 мм
Лесная скоба 0–50 см	0–50 см	±2,0 мм
Измерительная лесная вилка 0–75 см	0–20 см	±2,0 мм
	0–40 см	±4,0 мм
	0–60 см	±6,0 мм
	0–75 см	±7,5 мм

2.7.4. Поштучные методы измерений и определения объема круглых лесоматериалов

Метод срединного сечения

Метод срединного сечения предусматривает вычисление объема бревна как цилиндра, основанием которого служит площадь поперечного сечения, взятого на середине бревна без коры [19]. Вычисление объема бревна V проводят по формуле м³:

$$V = 3,1416d_c^2 \frac{L}{40000}, \quad (4)$$

где d_c – срединный диаметр бревна, см;
 L – длина бревна, м.

Метод концевых сечений

Для определения объема бревна измеряются верхний и нижний диаметры, а также длина бревна. Объем бревна находят по формуле, м³:

$$V = 3,1416(d^2 + D^2) \frac{L}{80000}. \quad (5)$$

Секционный метод

Согласно методу бревно условно делят на несколько секций, которые принимают цилиндрическими по форме. Объем бревна принимают равным сумме объемов всех секций.

Для вычислений измеряют верхние диаметры секций d_i по всей длине бревна, расположенных через равные отрезки длиной l от одного измерения до другого. Объем бревна вычисляют по формуле, м³:

$$V = \frac{3,1416}{40000} l \sum_{i=1}^n d_i^2. \quad (6)$$

Метод верхнего диаметра и среднего сбега

Объем бревна находят как объем цилиндра, диаметр которого равен срединному диаметру бревна. Для удобства расчетов срединный диаметр выражают через верхний диаметр, см:

$$d_c = d + 0,5sL,$$

где s – сбег бревна, то есть постепенное увеличение диаметра бревна от d до D по всей длине, см/м.

$$V = \frac{3,1416 L(d + 0,5sL)^2}{40000}. \quad (7)$$

$$s = (D - d) / L .$$

Для удобства расчетов в ГОСТ [20] приведены таблицы, по которым по верхнему диаметру бревна d (см) и длине L находится объем бревна в м³.

2.7.5. Групповые методы измерений и определения объема круглых лесоматериалов

Геометрический метод определения объема бревен в штабеле

Геометрический метод предполагает измерение объема круглых лесоматериалов, уложенных в штабель [20]. Штабель может находиться на автомобиле, в вагоне железнодорожного транспорта, в трюме или на палубе судна, в лесонакопителе или на земле.

Для измерения объема сначала измеряют *складочный* объем штабеля (рис. 29), то есть объем, вычисленный по результатам измерения его высоты H , ширины B и длины L (м). Высоту штабеля H измеряют по секциям. Для этого штабель по длине делят на n равных секций длиной не более 3 м, измеряют высоту каждой секции на середине ее длины. Высоту всего штабеля находят как среднюю арифметическую величину высот секций.

Складочный объем штабеля V_c вычисляют по формуле, м³:

$$V_c = HBL. \quad (8)$$

Объем древесины в штабеле находят с учетом коэффициента полндревесности K_v (табл. 11) по формуле, м³:

$$V = V_c K_v. \quad (9)$$

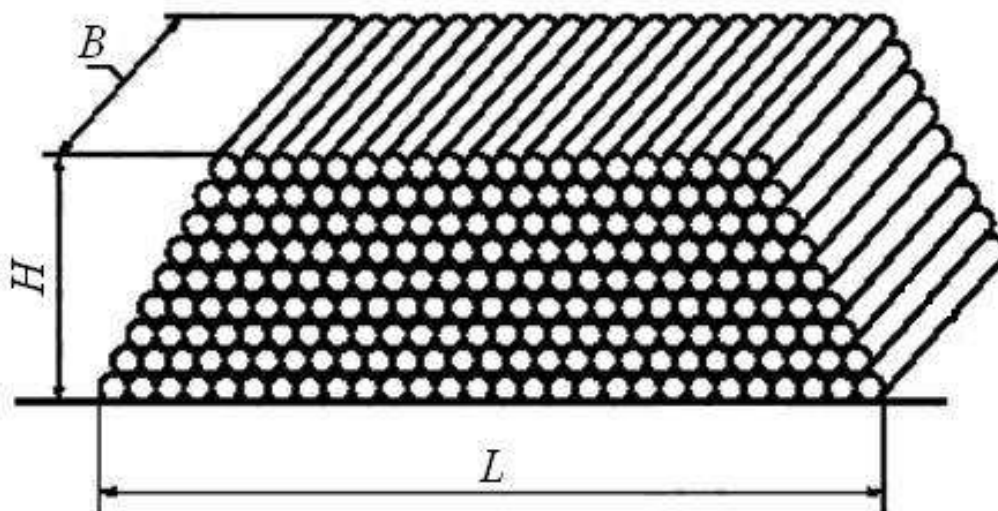


Рис. 29. Штабель круглых лесоматериалов

Таблица 11

Коэффициент полндревесности штабеля
круглых лесоматериалов

Порода	Значения K_v в зависимости от длины сортиментов, м				
	3	4	5	6	7
Ель, пихта	0,673	0,665	0,660	0,665	0,651
Сосна	0,660	0,655	0,652	0,65	0,648
Лиственница	0,645	0,640	0,637	0,635	0,633
Береза, осина	0,670	0,663	0,660	0,656	0,652

Весовой метод определения объема партии

Весовой метод применяют для определения объема штабелей бревен, составляющих вагонную, судовую или автомобильную партию.

Массу бревен в партии M (т) определяют как разницу между массой брутто и массой тары (вагона, автомобиля). Объем бревен в партии вычисляют по формуле, m^3 :

$$V = \frac{M}{K_{\rho}}, \quad (10)$$

где K_{ρ} – коэффициент плотности, t/m^3 .

2.7.6. Сортировка круглых лесоматериалов

Общие требования. На лесопильном предприятии всегда создается оперативный (предварительный) запас бревен, который подлежит сортировке и учету. Такой запас предназначен для обеспечения синхронной работы деревообрабатывающего цеха и сглаживает неравномерность поступления круглых лесоматериалов на склад сырья [21].

Обычно на лесопильное предприятие поступают круглые лесоматериалы без деления на размерные и качественные группы. На складе сырья их сортируют по породам, размеру и качеству, определяют объем, то есть раскладывают по сортировочным категориям. Количество сортировочных категорий определяет дробность сортировки сортиментов.

Круглые лесоматериалы по ГОСТ 9462-88 [22] и ГОСТ 9463-88 [23] лиственных и хвойных пород делятся на три группы:

- мелкие толщиной (верхним диаметром) 6...13 см с градацией 1 см;
- средние толщиной 14...24 см с градацией 2 см;
- крупные толщиной 26 см и более с градацией 2 см.

В лесопильном производстве используют средние и крупные лесоматериалы. Пиловочник сортируют на 1 сорт, 2 сорт и 3 сорт с указанием толщины (диаметра) в верхнем отрубе, см, (ГОСТ 2292).

Хвойные лесоматериалы, предназначенные для получения экспортных пиломатериалов, сортируют по породам так: ель и пихту – складывают вместе, сосну – отдельно, кедр – отдельно, лиственницу – отдельно.

Для получения пиломатериалов общего назначения используют бревна хвойных пород (сосну, ель, пихту, лиственницу, кедр) сортов 1, 2, 3 толщиной 14 см и более длиной 3,0...6,5 м с градацией по длине 0,25 м (ГОСТ 9463-88). Для пиления на рамных потоках хвойный пиловочник сортируют на группы диаметров: 1 – (14...16 см); 2 – (18...20 см); 3 – (22...24 см); 4 – (26...30 см); 5 – (32...38 см); 6 – (40 см и выше).

Для получения пиломатериалов общего назначения из древесины лиственных пород используют бревна всех пород, кроме дуба, бука, ясеня, ильма, клена, граба сортов 1, 2, 3 толщиной 14 см и более длиной 2,0...6,0 м с градацией по длине 0,25 м (ГОСТ 9462-88).

Сортировка с использованием ручной вилки. На большинстве деревообрабатывающих предприятий круглые лесоматериалы

сортируют на продольных механических или автоматических сортировочных конвейерах. На них кроме транспортных операций выполняются операции поштучной загрузки лесоматериалов, измерения их параметров, задание адреса сброса и сброс лесоматериала в карман накопитель.

При механическом способе сортировки загрузка и разгрузка лесоматериалов может выполняться вручную или механическим способом, а транспортная операция к месту сброски сортимента, механизирована. Здесь используется тяжелый ручной труд.

При ручной сортировке оператор находится на конвейере и лесной вилкой (рис. 30) измеряет вершинный диаметр каждого бревна. Результат измерения в виде клейма наносится на торец бревна и записывается в журнале. Оператор конвейера по клейму определяет адрес сброски бревна в карман-накопитель. В конце рабочей смены оператор по таблицам определяет объем измеренных бревен.



Рис. 30. Вилка мерная

Мерные вилки давали большую погрешность при измерении диаметров и объемов бревен. Появившиеся электронные вилки позволили повысить точность измерения диаметров, но ручной труд сохранился.

Автоматическая сортировка. При автоматической сортировке лесоматериалов все технологические операции на сортировочном конвейере выполняются в автоматическом режиме.

Продольный сортировочный конвейер имеет тяговую круглозвенную цепь с траверсами, которая перемещается со скоростью 0,8 м/с. Длина конвейера – около 100...130 м. Сбрасыватели сортиментов могут быть рычажные или гравитационные. Управление

работой бревнобрасывателей осуществляется при помощи наносимой записи на тяговой цепи под сортиментом магнитной метки и считывания ее датчиками, расположенными на конвейере у каждого накопителя.

Начиная с 1980 г. в российских лабораториях разрабатываются и внедряются на деревообрабатывающих предприятиях инновационные технологии автоматического измерения и учета пиловочного сырья. Зарождается технология сканирования.

Технология 3D-сканирования заключается в получении математической модели объекта, то есть его трехмерного образа в электронном виде. Для этого поверхность объекта тем или иным способом «ощупывается» и результат передается в компьютерную программу для обработки.

Сканеры. Ощупывать объект можно механическим щупом. Щуп, снабженный датчиком касания, перемещается и измеряет высоту или глубину поверхности объекта в каждой точке. Ясно, что модель будет тем точнее соответствовать исходному объекту, чем меньше будет шаг измеряемых точек. С такой задачей проще справится бесконтактный сканер, в котором будут регистрироваться не механические соприкосновения, а отражения какого-либо рода излучений от объекта.

Большинство бесконтактных сканеров имеют свой источник излучения, например инфракрасный излучатель, лазерный излучатель. Скорость света излучателя огромна, и в единицу времени можно делать многие десятки и даже сотни тысяч замеров, а длина волны полупроводникового лазера обычно не превышает микрометра.

В сканере излучатель и регистрирующая камера на корпусе разнесены, и луч посылается под определенным углом относительно камеры. Таким образом, получается треугольник, основание которого образуют излучатель и камера, а вершиной является точка на поверхности объекта. По смещению формируемого объективом на сенсоре камеры отражения от этой точки можно вычислить угол между падающим и отраженным лучами, а зная угол и длину основания, можно очень точно вычислить расстояние до точки объекта.

Таким образом, 3D-сканер для бревен – это инновационное устройство, предназначенное для быстрого анализа физического бревна и создания его точной компьютерной 3D-модели (объемной модели). Как правило, 3D-сканер для бревен представляет собой небольшое электронное устройство, установленное стационарно.

На выходе сканера пользователь получает высокоточную цифровую модель бревна, которая позволяет на основе этих данных управлять технологическим режимом производства.

В качестве примера на рис. 31 приведена схема 3D-сканера для бревен компании Уральский Робототехнический Центр «Альфа-Интех» (г. Челябинск).

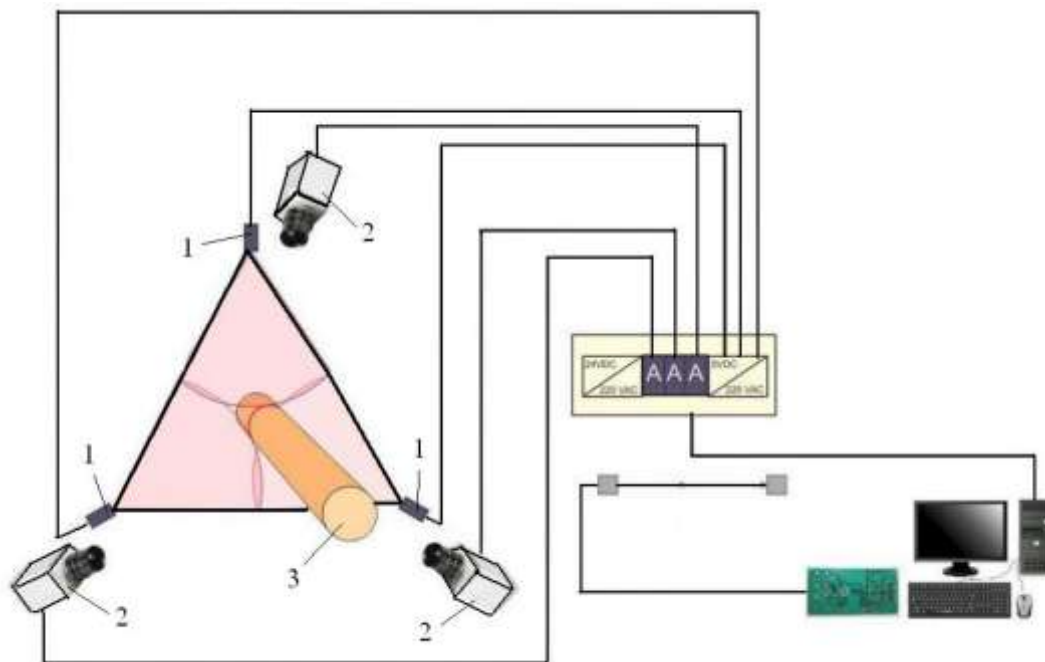


Рис. 31. 3D-сканер для обмера бревен компании УРЦ «Альфа-Интех»: 1 – лазерные указатели; 2 – видеокамеры; 3 – бревно

Сканер используется компанией «Камский Берег-Станкострой» (г. Ижевск) в линиях сортировки бревен.

При работе 3D-сканера на поверхности бревна с помощью 3-х лазерных указателей формируется след лазерного луча, который фиксируется видеокамерами. Все 3 лазерных указателя расположены так, что дают развертку своих лучей в одной рабочей плоскости, перпендикулярной направлению движения бревна через сканер. Камеры откалиброваны так же относительно данной плоскости, что позволяет с помощью специального программного обеспечения выделить след лазера из видеопотока и определить положение точек следа в рабочей плоскости. Сигнал о начале и конце оцифровки вырабатывается фотодатчиком, который фиксирует момент пересечения светового луча торцом бревна. Для этого поступающие на продольный конвейер бревна проходят через рамку измерительного устройства.

Все данные об измерениях, а так же снимки переходят в портативный компьютер, данные и поверхность сканируемой детали запоминаются, анализируются и выводятся на экран в виде трехмерного изображения. С помощью компьютера можно управлять процессом сканирования, выбирать разрешение и необходимые области для уточнения детализации, сохранять и изменять полученные с помощью трехмерного лазерного сканера данные.

В 2014 г. компания «Автоматика-вектор» начала выпуск модернизированных моделей сканеров под новым названием Вектор-1D (измерение в одной плоскости) и **Вектор-2D с измерением в двух плоскостях**. У сканера Вектор-1D имеется две стойки, в одной из них смонтирован ИК-излучатель, в другой – приемник. При измерении (рис. 32, 33) бревно проходит между стойками, происходит его сканирование.



Рис. 32. Линия сортировки бревен с одноплоскостным сканером

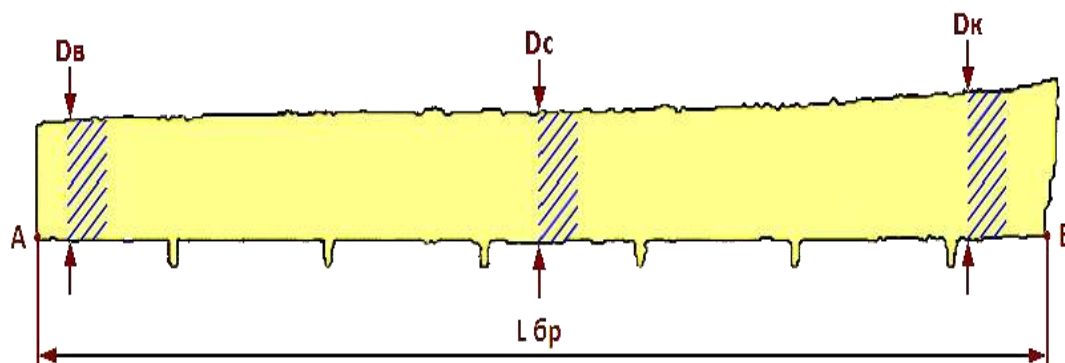


Рис. 33. Измерение параметров бревна сканером Вектор

2.7.7. Маркировка круглых лесоматериалов

Согласно ГОСТ 2292-88 круглые лесоматериалы толщиной 14 см и более маркируют поштучно в пунктах их производства.

Круглые лесоматериалы длиной до 2 м включительно независимо от толщины поштучно не маркируют, за исключением лесоматериалов, предназначенных для лущения и строгания, выработки авиационных пиломатериалов, лыжных и ложевых заготовок, а также лесоматериалов ценных пород: ореховых, буковых, дубовых, ясеневых, каштановых, кленовых, яблоневых и грушевых.

Балансы, рудничная стойка и дрова поштучной маркировке не подлежат. Лесоматериалы, объем которых определяется групповыми методами, а также поставляемые плотовым и молевым сплавом, допускаются поштучно не маркировать.

Поставка сплавом лесоматериалов для выработки авиационных, резонансных пиломатериалов, ложевых и лыжных заготовок, строганого шпона, а также фанерного сырья в комбинированном виде и лесоматериалов ценных пород без поштучной маркировки не допускается.

Маркировка должна содержать обозначение сорта и толщины лесоматериалов. На лесоматериалы для лущения в долготье или в комбинированном виде по длине наносят обозначения сорта каждого чурака и толщины бревна. На вершинные бревна наносят обозначение в виде черты, пересекающей весь верхний торец бревна. Реквизиты маркировки наносят на верхние торцы лесоматериалов водостойкими красками (при поставке сплавом) или красками и мелками, стойкими к атмосферным воздействиям.

Условные обозначения реквизитов маркировки:

сорт – арабскими или римскими цифрами;

1 или I – первый сорт;

2 или II – второй сорт;

3 или III – третий сорт;

Толщина (см) – арабскими цифрами:

20, 30, 40 и т.д. – 0;

22, 32, 42 и т.д. – 2;

14, 24, 34 и т.д. – 4;

16, 26, 36 и т.д. – 6;

18, 28, 38 и т.д. – 8.

Условные обозначения должны иметь высоту 30–50 мм.

Пакеты или сплоченные единицы лесоматериалов должны иметь прикрепленный к ним ярлык, содержащий следующие реквизиты: номер пакета или пучка, назначение лесоматериалов, количество бревен и их общий объем. Номер пакета или пучка должен дублироваться нанесением на нескольких бревнах или на втором ярлыке. Реквизиты наносят несмываемой краской или другими средствами, обеспечивающими сохранность реквизитов до получения лесоматериалов потребителем.

Для лесоматериалов ценных пород (ореховых, буковых, дубовых, ясеневых, каштановых, берестовых, чинаровых, кленовых, яблоневых и грушевых) допускается поштучная номерная маркировка путем прикрепления на верхний торец каждого бревна (или на оба торца) бирки-ярлыка со штриховым и дублирующим его цифровым визуальным читаемым кодом с реквизитами: область заготовки, держатель лесфонда, лесозаготовитель, номер бревна или маркировка цифрового кода с помощью других средств: краски, клеймения, выжигания [24].

Для бирки (ярлыка) используют гибкие пленочные синтетические или другие материалы. Бирка должна быть размером не менее 30 мм в ширину и 50 мм в длину; 2/3 бирки отводят под штриховой код, 1/3 часть - под цифровой код.

Бирку жестко крепят на торец бревна на расстоянии не менее 50 мм от края торца без коры. Крепление бирки производят специальными скобами с двух противоположных краев средней части ширины или длины бирки, при этом не должен быть нарушен код.

Реквизиты цифрового кода имеют следующую структуру:

XX – код области (Субъекта Федерации);

XX – номер (код) предприятия-держателя лесфонда;

XX – номер (код) лесозаготовителя;

XXXX – номер бревна.

Штриховое кодирование применяют для автоматического считывания сканером в микрокомпьютер данных о бревне при использовании электронных средств учета лесоматериалов.

2.7.8. Определение объема пиломатериалов

Определить объем пиломатериалов гораздо легче, чем круглого леса. Пиломатериалы чаще всего имеют геометрически правильную форму, поэтому объем их может быть найден путем умножения длины на толщину и ширину:

$$V = stl, \quad (11)$$

где s – ширина пиломатериалов, см;

t – толщина, мм;

l – длина, м.

На практике объем пиломатериалов определяют по таблицам, например, табл. 12.

Таблица 12

Объем досок и брусков толщиной 45 мм, шириной от 10 до 15 см и длиной до 9 м (по ОСТ)

Ширина брусков и досок, см	Длина брусков и досок, м								Ширина брусков и досок, см
	1	4	4,5	5	6,5	7	8,5	9	
	Объем, м ³								
10	0,00450	0,0180	0,0202	0,0225	0,0292	0,0315	0,0382	0,0405	10
11	0,00495	0,0198	0,0223	0,0248	0,0322	0,0346	0,0421	0,0446	11
12	0,00540	0,0216	0,0243	0,0270	0,0351	0,0378	0,0459	0,0486	12
13	0,00585	0,0234	0,0263	0,0292	0,0380	0,0410	0,0497	0,0526	13
14	0,00630	0,0252	0,0284	0,0315	0,0410	0,0441	0,0536	0,0567	14
15	0,00680	0,0270	0,0304	0,0338	0,0439	0,0472	0,0574	0,0608	15

Для пиломатериалов устанавливается припуск на усушку по их ширине и толщине, что необходимо учитывать при приемке. Величина этого припуска колеблется от 2,5 до 7 %, причем с увеличением ширины и толщины пиломатериалов припуск уменьшается.

Величина припуска в расчет кубатуры пиломатериалов не входит. Например, доски, имеющие фактическую ширину 205 мм, считаются шириной 200 мм. Разница 5 мм в данном случае и есть припуск на усушку.

При определении кубатуры не обрезных досок ширину их надо измерять на середине длины. Так как ширина не обрезных досок на правой и левой сторонах может быть неодинаковой, то при обмере их надо брать среднее между шириной обеих сторон. Объем необрезных досок определяют по их длине, ширине и толщине при помощи тех же таблиц, что и для чистообрезных пиломатериалов.

2.7.9. Определение объема измельченной древесины

На деревообрабатывающих предприятиях при работе станков образуются мягкие отходы (опилки, стружка, кора), технологическая стружка и щепа. Мягкие древесные отходы отличаются неоднородностью размеров и плохой сыпучестью. В разрыхленном состоянии они занимают объем больший, чем объем плотной древесины. Плотность разрыхленных мягких отходов определяют так:

$$\rho = K_v \rho_{\partial}, \quad (12)$$

где ρ – масса одного м³ древесных частиц (плотность), кг/м³;

K_v – коэффициент полнодревесности (заполнения);

ρ_{∂} – плотность массивной древесины, кг/м³.

Коэффициенты полнодревесности для некоторых типов частиц имеют следующие значения:

Тип частиц:	Щепа всех классов	Щепа-дробленка	Стружка лиственничная	Стружка хвойная	Опилки не слежавшиеся
K_v	0,338	0,375	0,110	0,130	0,250

Плотность массивной древесины сухой и влажности для некоторых пород приведена ниже:

– при влажности 15 %

Порода	Береза	Бук	Дуб	Ель	Лиственница
γ_v , кг/м ³	640	690	740	450	670
Порода	Липа	Ольха	Осина	Пихта	Сосна
γ_v , кг/м ³	490	530	490	380	510

– при влажности 60...80 %

Порода	Береза	Бук	Дуб	Ель	Лиственница
γ_v , кг/м ³	870	930	1010	710	1040
Порода	Липа	Ольха	Осина	Пихта	Сосна
γ_v , кг/м ³	740	800	730	600	800

Пример. Определить плотность опилок, получаемых при пилении древесины ели при влажности 80%.

Решение. По приведенным данным находим коэффициент полндревесности опилок $K_v = 0,25$ и плотность массивной древесины ели.

$\rho_\partial = 710 \text{ кг/м}^3$. Плотность еловых опилок

$$\rho = K_v \rho_\partial = 0,25 \cdot 710 = 177,5 \text{ кг/м}^3.$$

2.8. Пороки древесины

Пороки древесины. Пороками древесины называют недостатки, снижающие качество древесины и ограничивающие ее использование. К порокам относят сучки, трещины, пороки формы ствола, пороки строения древесины, химические окраски, грибные поражения, биологические повреждения, инородные включения, покоробленность и др.

Сучки. Сучок – это часть ветви дерева, заключенная в древесине ствола. Сучки бывают выпадающие, не имеющие срастания с окружающей древесиной и держащийся в ней плохо, сучки с гнилью, занимающие более 1/3 площади разреза сучка, групповые, круглые, овальные и ребровые сучки, сосредоточенные в количестве двух или более штук на расстоянии 150 мм.

Трещины. Трещина представляет собой разрыв древесины вдоль волокон. Трещины бывают глубокими и неглубокими, по происхождению морозными и механического повреждения. По происхождению различают следующие трещины:

- возникшие от удара молнии;
- возникшие при валке дерева на комлевом торце круглых лесоматериалов, они распространяются в продольном направлении;
- сушильные: это узкие и неглубокие, возникающие при сушке древесины.

Пороки формы ствола. К этим порокам относят закомелистость, наросты на стволе, кривизна, сбежистость ствола и др.

Закомелистость представляет собой резкое увеличение диаметра комлевой части круглых лесоматериалов или ширины необрезной пилопродукции, когда диаметр (ширина) комлевого торца не менее чем в 1,2 раза превышает диаметр (ширину) сортимента, измеренного на расстоянии 1 м от этого торца.

Нарост на стволе выражается в резком местном утолщении ствола различной формы и размеров. Выделяют такие наросты:

– вздутие – местное утолщение на боковой поверхности круглого лесоматериала, являющееся признаком заросшего сучка, инородного тела;

– капы – наплывы на стволах, чаще в прикорневой зоне, имеющие бугристую поверхность, покрытую мелкими коническими бугорками спящих почек; в результате беспорядочного разрастания колец роста древесина приобретает красивую свилеватую текстуру [25];

– сувель – наросты на стволах выпуклой формы, образующиеся в результате неравномерного радиального разрастания слоев роста на ограниченной поверхности. Сложные искривления годичных слоев создают текстуру древесины, напоминающую узор на мраморе.

Кривизна ствола представляет собой отклонение продольной оси сортимента от прямой линии, обусловленное искривлением ствола.

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

Пороки строения древесины. К порокам этой группы относят около 50 наименований, ниже приведены некоторые из них:

– внутренняя заболонь, годичные слои которой расположены в зоне ядра, при этом окраска и свойства их близки к окраске и свойствам заболони;

– водослой – участки ядра ненормальной темной окраски, возникающие в растущем дереве в результате резкого увеличения их влажности;

– глазки, то есть следы неразвившихся в побег «спящих» почек;

– групповые глазки – глазки, сосредоточенные в количестве трех и более и отстоящие друг от друга на расстоянии не более 10 мм;

– завиток – местное искривление годичных слоев, обусловленное влиянием сучков или проростей;

– засмолок – участок древесины хвойных пород, обильно пропитанный смолой;

– кармашек – полость внутри или между годичных слоев, заполненная смолой или камедями;

– ложное ядро – темное неравномерно окрашенное ядро, граница которого обычно не совпадает с годичными слоями, отделенное от заболони темной (реже светлой) каймой и не отличающееся по твердости от окружающей древесины;

– прожилки – пятнистость в виде тонких желтоватых полосок рыхлой ткани, расположенных по границе годичных слоев;

– пятнистость древесины – окраска заболони лиственных пород в виде пятен и полос без понижения твердости древесины, возникающая в растущих деревьях и близка по цвету к окраске ядра;

– радиальная пятнистость – пятнистость, характеризующаяся на поперечных разрезах вытянутостью пятен в радиальном направлении вдоль сердцевинных лучей;

– тангентальная пятнистость – пятнистость, характеризующаяся на поперечных разрезах вытянутостью пятен в тангентальном направлении, по годовым слоям;

– радиальный наклон волокон – наклон волокон в радиальной плоскости, обнаруживаемый в пилопродукции, деталях и шпоне на радиальных поверхностях по непараллельности годичных слоев продольной оси сортамента, а на тангентальных поверхностях – по несимметричному рисунку выклинивания годичных слоев.

Грибковые поражения. В эту группу относят более 20 видов пороков. Вот некоторые из них:

– белая волокнистая гниль – гниль, характеризующаяся пониженной твердостью и светло-желтым или почти белым цветом и волокнистой структурой;

– боковое побурение – побурение, начинающееся от боковой поверхности круглого лесоматериала и распространяющееся к его центру;

– бурая трещиноватая гниль – гниль, характеризующаяся пониженной твердостью и бурым (изредка серым) цветом различных оттенков и трещиноватой призматической структурой;

– глубокие заболонные грибные окраски – заболонные грибные окраски, проникающие в древесину на глубину более 2 мм;

– грибные ядровые пятна – ненормально окрашенные участки ядра без понижения твердости древесины, возникающие в растущем дереве под воздействием деревоокрашивающих и (или) дереворазрушающих грибов;

– дупло – полость, возникающая в растущем дереве в результате полного разрушения древесины дереворазрушающими грибами;

– заболонная гниль – гниль, возникающая в заболони срубленной древесины, с желтовато-бурными или розовато-бурными оттенками у хвойных пород; с пестрой окраской, напоминающей рисунок мрамора – у лиственных пород;

– заболонные грибные окраски – ненормально окрашенные участки заболони без понижения твердости древесины, возникающие в

срубленной древесине под воздействием деревоокрашивающих грибов, не вызывающих образования гнили;

– пестрая ситовая гниль – гниль, характеризующаяся пониженной твердостью и пестрой окраской, обусловленной присутствием на красновато-буром (буром, серо-фиолетовом) фоне пораженной древесины и желтоватых пятен и полос и ячеистой или волокнистой структурой. Пораженная древесина довольно долго сохраняет целостность, при сильном разрушении становится мягкой и легко расщепляется;

– побурение древесины – ненормально окрашенные участки заболони листовенных пород бурого цвета разных оттенков, различной интенсивности и равномерности, возникающие в срубленной древесине в результате развития биохимических процессов с участием грибов или без них и вызывающие некоторое понижение твердости древесины;

– синева древесины – серая окраска заболони с синеватыми или зеленоватыми оттенками.

Биологические повреждения. Пороки этой группы являются результатом жизнедеятельности насекомых, растений и птиц.

1. Червоточина – ходы и отверстия, проделанные в древесине насекомыми.

Червоточина может быть поверхностная, проникающая внутрь до 3 мм, неглубокая, проникающая в древесину круглых лесоматериалов до 15 мм и в древесину пиломатериалов до 5 мм. Если глубина червоточины превышает указанные нормы, то она считается глубокой. Червоточина может быть некрупной (диаметром до 3 мм), крупной (диаметром более 3 мм) и сквозной, пронизывающей материал насквозь;

2. Повреждение древесины паразитными растениями – отверстия в древесине пилопродукции, возникающие в результате жизнедеятельности паразитных растений (омела, ремнецветник).

3. Повреждение птицами – полость в круглых лесоматериалах, возникающая в результате жизнедеятельности птиц.

Инородные включения, механические повреждения и пороки обработки. Под инородным включением в древесине понимают присутствующее в лесоматериалах постороннее тело недревесного происхождения (камень, проволока, гвоздь, металлический осколок).

2.9. Сортообразующие пороки круглых лесоматериалов

Растущее дерево – живой организм, который растет, развивается в условиях изменяющейся окружающей среды. В неблагоприятных

условиях дерево болеет и в структуре древесины ствола дерева возникают отклонения, пороки, которые накладывают ограничения на применение такой древесины.

Круглые лесоматериалы по качеству древесины делят на три сорта: сорт 1, сорт 2, сорт 3. Ниже приведены основные пороки древесины, влияющие на сортность лесоматериалов.

Сучки представляют собой части (основания) ветвей, заключенные в древесине сортимента. По степени зарастания в круглых лесоматериалах различают два вида [24]:

- *открытые*, т.е. выходящие на боковую поверхность сортимента;
- *заросшие*, обнаруживаемые по вздутиям и другим следам зарастания на боковой поверхности.

По состоянию древесины сучки делятся на здоровые, сухие и гнилые.

Сросшийся здоровый сучок – сучок, годовичные слои которого срослись с окружающей древесиной на протяжении не менее $3/4$ периметра разреза сучка (рис. 34).

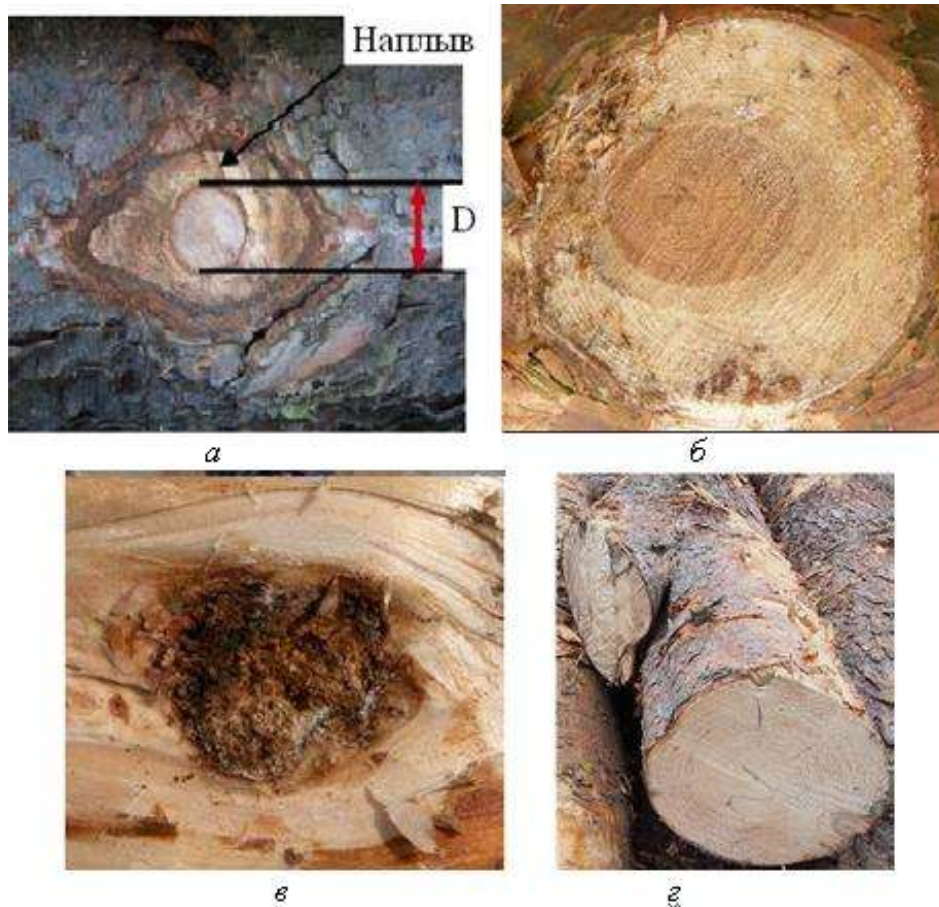


Рис. 34. Сучки:
а, б – сросшиеся; в – гнилой сучок; г – пасынок

Табачный сучок – загнивший или гнилой сучок, в котором древесина полностью или частично превратилась в рыхлую массу ржаво-бурого (табачного) или белесого цвета

Пасынок – отставшая в росте или отмершая вторая вершина, пронизывающая сортимент под острым углом к его продольной оси на значительном протяжении. На боковой поверхности круглых лесоматериалов он наблюдается в виде сильно вытянутого овала, у которого один диаметр превышает другой более чем в 4 раза.

Грибные поражения. К этой группе относят пороки, образовавшиеся в древесине в результате поражения ее грибами. Грибки могут быть деревоокрашивающие и дереворазрушающие. На сортность сортиментов влияют следующие гнили (рис. 35):

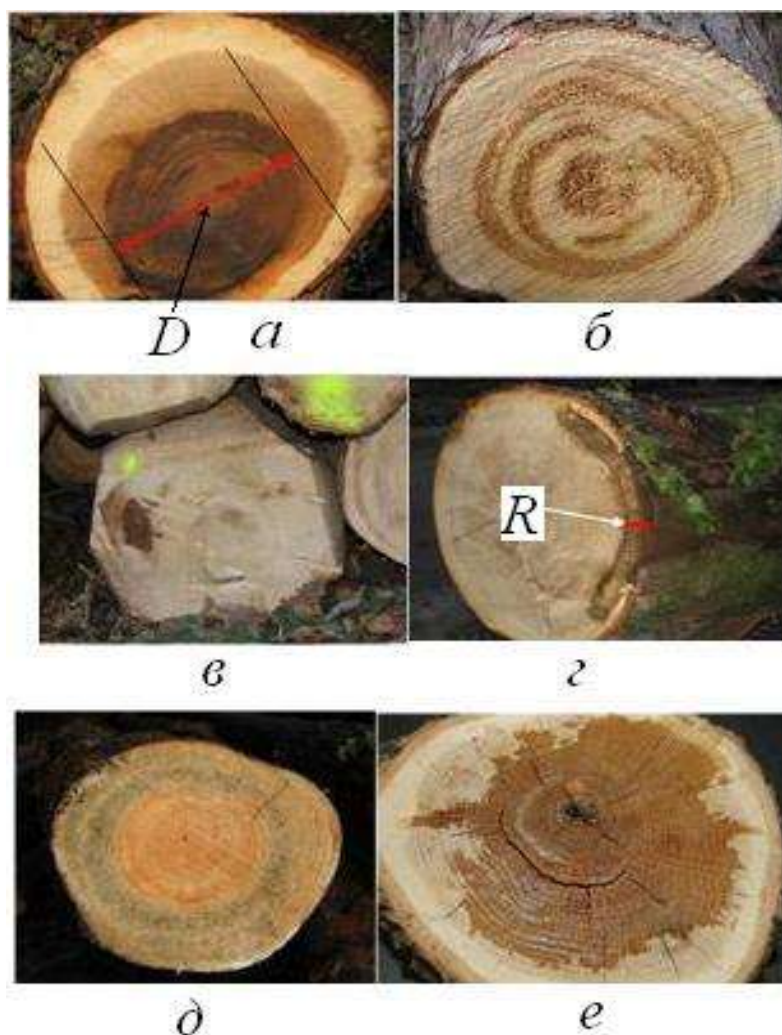


Рис. 35. Грибные поражения:
a, б – ядровая гниль; *в* – ситовая гниль; *г* – заболонная гниль;
д – синева; *е* – побурение

1. *Ядровая гниль* – порок, возникающий в растущем дереве под влиянием дереворазрушающих грибов. Существенно влияет на сортность древесины, вплоть до ее полной непригодности.

2. *Заболонная гниль* – в виде участков с ненормальной окраской, возникающих в срубленной древесине под воздействием дереворазрушающих грибов. Может сопровождаться уменьшением твердости древесины, поэтому различают *твердую заболонную гниль*, близкую по твердости к окружающей древесине, и *мягкую заболонную гниль* с пониженной твердостью.

3. *Наружная трухлявая гниль* – трещиноватая гниль бурого цвета, возникающая под воздействием сильных дереворазрушающих грибов. Гниль начинается с поражения наружных частей древесины. Наружная трухлявая гниль – опасный порок, так как пораженная древесина является источником грибной инфекции и для здоровой древесины.

4. *Заболонные грибные окраски* (синева, и цветные заболонные пятна). Заболонные грибные окраски – ненормальные окраски заболонной древесины. Могут быть самых разных цветов – розового, желтого, коричневого и даже черного. Частный случай этого порока – *синева*, характерная серым цветом с синеватым или зеленоватым оттенком. Встречается практически на всех видах древесины.

Червоточина – повреждения древесины насекомыми и другими беспозвоночными (морскими древооточцами) (рис. 36). Насекомые и их личинки повреждают древесину сухостойных или ослабленных деревьев и свежесрубленную древесину при хранении.

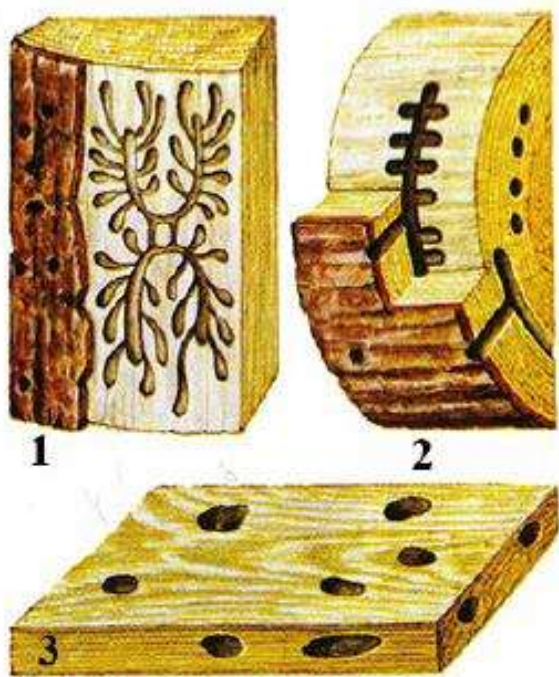


Рис. 36. Червоточина:
1 – поверхностная;
2 – глубокая, в круглых лесоматериалах;
3 – глубокая, в пиломатериалах

Трещины представляют собой разрывы древесины вдоль волокон. Трещины бывают метиковые, морозные, трещины усушки и отлупные (рис. 37).

Метиковыми трещинами называют радиально направленные внутренние трещины в ядре или спелой древесине, отходящие от сердцевины и имеющие большую протяженность по длине сортимента. Такие трещины возникают в растущем дереве и увеличиваются в срубленной древесине в процессе ее просыхания. Метиковые трещины в круглых лесоматериалах наблюдаются только на торцах.

Морозные трещины – радиально направленные наружные трещины, проходящие из заболони в ядро и имеющие значительную протяженность по длине сортимента. Такие трещины возникают в растущем дереве и сопровождаются образованием на стволе характерных валиков и гребней разросшейся древесины и коры. В круглых лесоматериалах морозные трещины бывают на боковой поверхности в виде длинных и глубоких трещин, окруженных валиками или гребнями, на торцах – в виде глубоких радиальных трещин с уширенными около них годовичными слоями.

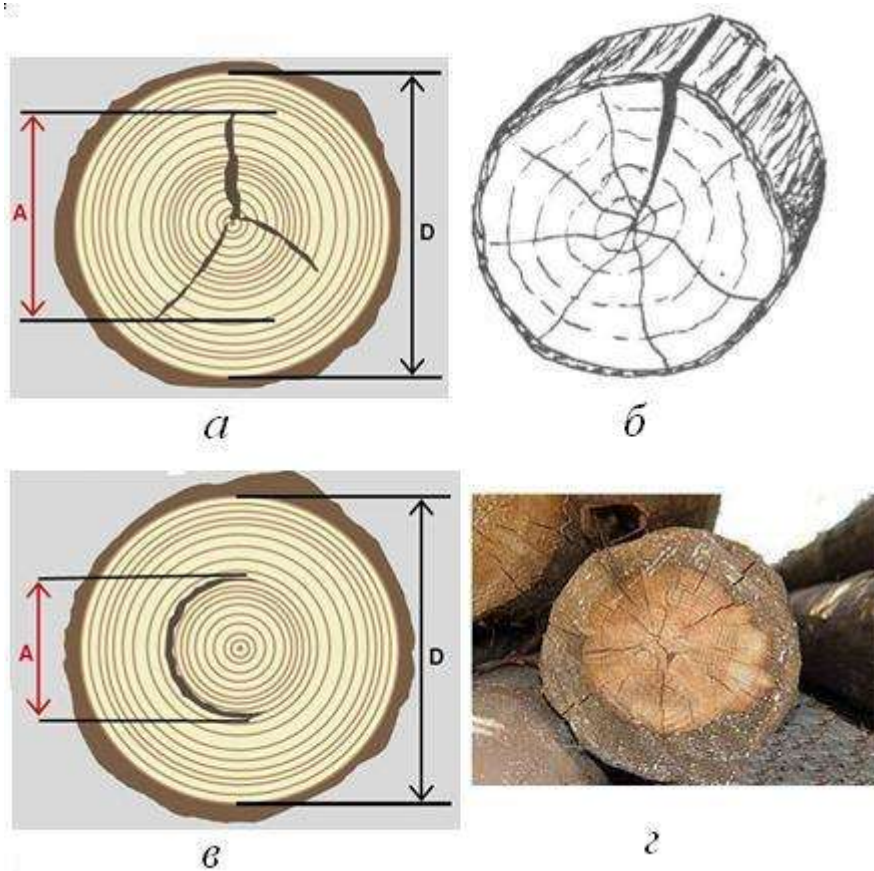


Рис. 37. Трещины:
а – метиковая; *б* – морозная; *в* – отлупная; *г* – усушки

Отлупные трещины – трещины в ядре или спелой древесине, проходящие между годичными слоями и имеющие значительную протяженность по длине сортимента. Эти трещины возникают в растущем дереве и увеличиваются в срубленной древесине в процессе ее высыхания.

Трещины усушки – это радиально направленные трещины, возникающие в срубленной древесине под действием внутренних напряжений в процессе ее высыхания. От метиковых и морозных трещин они отличаются меньшей протяженностью по длине сортимента (не более 1 м) и меньшей глубиной.

Трещины, выходящие на боковую поверхность сортимента или на боковую поверхность и торец, называют *боковыми*; выходящие только на торцы сортимента – *торцовыми*.

Кривизна бревен представляется искривлением продольной оси бревна по длине (рис. 38). В зависимости от направления изгиба различают кривизну простую и сложную.

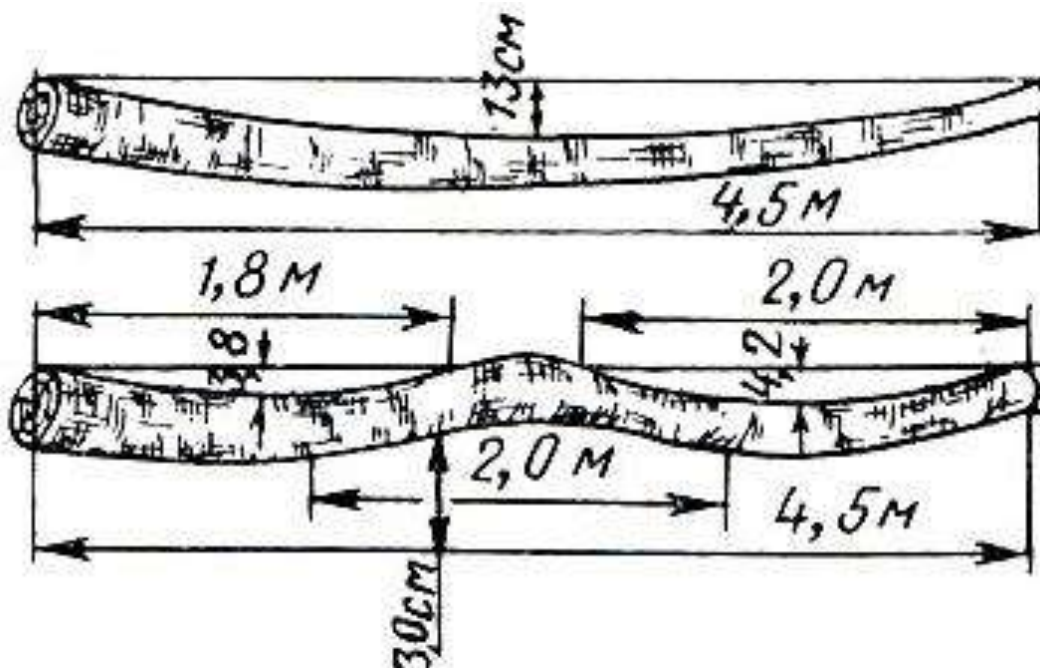


Рис. 38. Кривизна бревен простая и сложная

Простая кривизна характеризуется только одним изгибом бревна, сложная – несколькими изгибами.

Простую кривизну измеряют по величине стрелы максимального прогиба и выражают в процентах от протяженности кривизны по

длине сортамента. Например, при максимальной стреле прогиба 13 см и протяженности кривизны 4,5 м кривизна составит

$$K = \frac{0,13}{4,5} 100 \% = 2,8 \%$$

Сложную кривизну измеряют по величине стрелы прогиба наибольшего из составляющих ее искривлений и выражают в процентах от протяженности этого искривления по длине сортамента. Например, бревно имеет три искривления, стрела прогиба каждого из которых соответственно равна $3,8 : 1,8 = 2,1 \%$, $3,0 : 2,0 = 1,5\%$ и $4,2 : 2,0 = 2,1 \%$. Наибольшая стрела прогиба для данного бревна принимается равной 2,1 %.

Сухобокость – участок боковой поверхности бревна с древесной, омертвевшей в результате повреждения - обдира или ожога коры и камбия. На поврежденном участке прекращается образование новых годовичных слоев (рис. 39). Поэтому глубина сухобокости по отношению к остальной поверхности бревна со временем возрастает, а по краям сухобокости увеличиваются наплывы в виде валиков древесины и коры.



Рис. 39. Сухобокость

Прорость открытая – сухобокость, заросшая в такой степени, что наплывы закрыли поврежденный участок древесины (рис. 40). Открытая прорость – прорость, выходящая на боковую поверхность бревна. Закрытая прорость – прорость, не выходящая на боковую поверхность бревна. Проявляется только на торце бревна. Сомкнувшиеся валики над сухобокостью срослись и образовались новые годовичные слои древесины над проростью.



a

б

Рис. 40. Прорость:
a – открытая; *б* – закрытая

Рак – углубление или вздутие, образовавшееся в результате деятельности грибов или бактерий. На поражённом участке древесина не нарастает, но на противоположной стороне ствола ввиду усиленного прироста можно обнаружить характерную опухоль. У хвойных пород сопровождается смолотечением и сильным засмолением древесины. Рак может быть открытым и закрытым, при котором наблюдается вздутие коры и древесины (рис. 41).



a

б

Рис. 41. Рак:
a – открытый; *б* – закрытый

Механические повреждения. При росте деревьев, заготовке и транспортировании лесоматериалов возможны повреждения древесины. Наиболее часто встречающиеся повреждения приведенные ниже.

Инородные включения – включения, попавшие в древесину по разным причинам: проволока, гвоздь, пуля, камень и др.

Обдир коры – повреждение, возникающие в результате жизнедеятельности животных, при падении соседних деревьев.

Ожог коры возникает при пожаре.

Обугленность поверхности лесоматериала возникает при пожаре.

Карра – повреждение ствола дерева, появляющееся при подсочке живицы из хвойных деревьев.

Заруб – местное повреждение ствола дерева топором.

Запил – повреждения поверхности ствола пилой или тросом.

Отщеп – сквозная боковая трещина на торце круглого сортамента.

Скол – повреждение в виде отколовшейся части древесины от торца круглого сортамента.

Вырыв – углубление на поверхности круглого сортамента.

Накол – повреждение острым узким предметом.

Облом – обломленный торец ствола дерева.

Контрольные вопросы и задания

1. Назовите типы гнутоклееных материалов. Как их получают?
2. Назовите типы древесных плит. Где их применяют?
3. Поясните содержание термина «Классы эмиссии», какие они бывают, их назначение.
4. Изложите методику определения высоты деревьев.
5. Какие параметры определяют при сортировке бревен?
6. Какие методы измерения объема бревен вы знаете?
7. Как измеряют объем штабеля?
8. Назовите инструменты для измерения параметров бревен.
9. Сканеры. Что это такое, какие они бывают.
10. Изложите методику измерения параметров бревен с использованием сканеров.
11. Как производится маркировка бревен?
12. Как определяют объем пиломатериалов?
13. Определение объема измельченной древесины.
14. Какие различают пороки древесины?
15. Сортообразующие пороки древесины.

2.10. Хранение лесных товаров

2.10.1. Штабели круглых лесоматериалов

На предприятиях круглые лесоматериалы хранятся в штабелях, которые могут иметь различную форму [28]. Высота штабелей достигает 3...14 м, а длина 80...500 м. Укладка и разборка штабеля кранами более безопасна, нежели лебедками.

Пачковый штабель – штабель, в котором круглые лесоматериалы уложены пачками, отделенными друг от друга горизонтальными, наклонными или вертикальными прокладками. Укладка пачек в штабель и его разборка производятся кранами или лебедками, оснащенными канатными стропами (рис. 42).

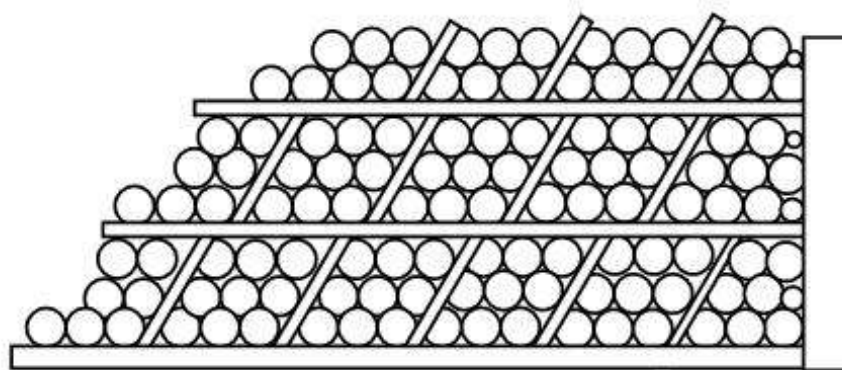


Рис. 42. Штабель пачковый

Плотно-рядовой штабель – штабель, в котором круглые лесоматериалы уложены многослойными рядами, отделенными друг от друга горизонтальными прокладками. По интенсивности циркуляции воздуха, вместимости и возможной степени механизации работ плотно-рядовой штабель занимает промежуточное значение между плотными и рядовыми штабелями (рис. 43).

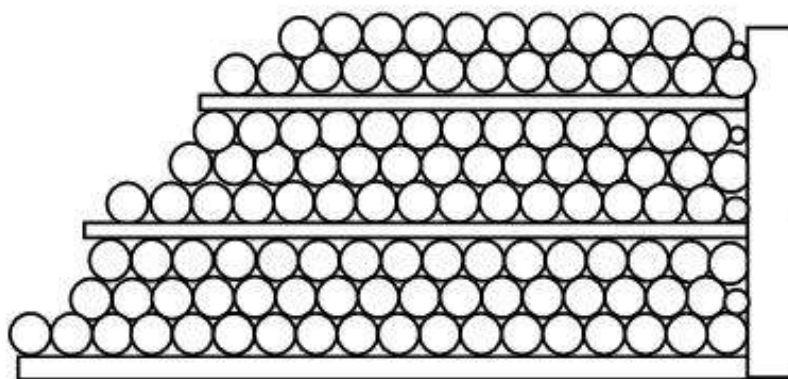


Рис. 43. Штабель плотно-рядовой

Плотный штабель – штабель (рис. 44), в котором круглые лесоматериалы уложены плотно, без прокладок. Такой штабель характеризуется хорошей вместимостью. В штабеле хорошо сохраняется влажность древесины, лучше сохраняется качество лесоматериалов. Повышается производительность труда при укладке штабеля. Процесс разборки штабеля более безопасен при использовании грейферных захватов.

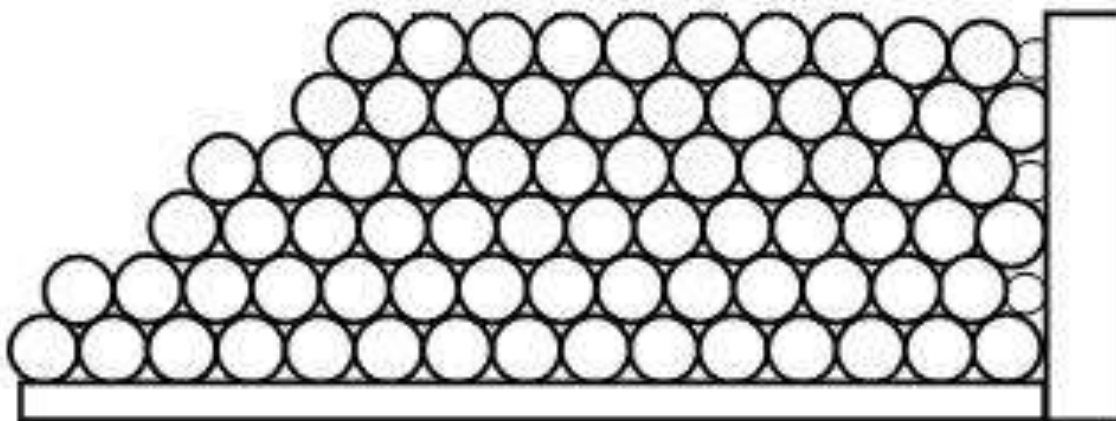


Рис. 44. Штабель плотный

Рядовой штабель – штабель (рис. 45), в котором круглые лесоматериалы уложены плотными рядами, отделенными друг от друга прокладками толщиной 8...12 см. Такой штабель используют редко.

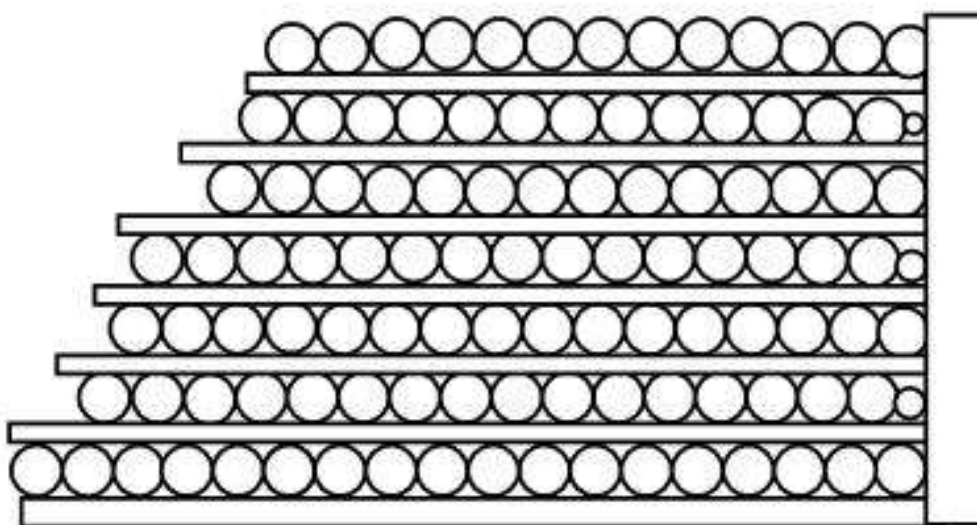


Рис. 45. Штабель рядовой

Короткомерные лесоматериалы (балансы, рудстойка) укладывают в рядовые штабеля (рис. 46), штабели клетки или в разреженные пакетные штабеля (рис. 47) из цилиндрических пакетов, сформированных с помощью обвязок тросом или проволокой.

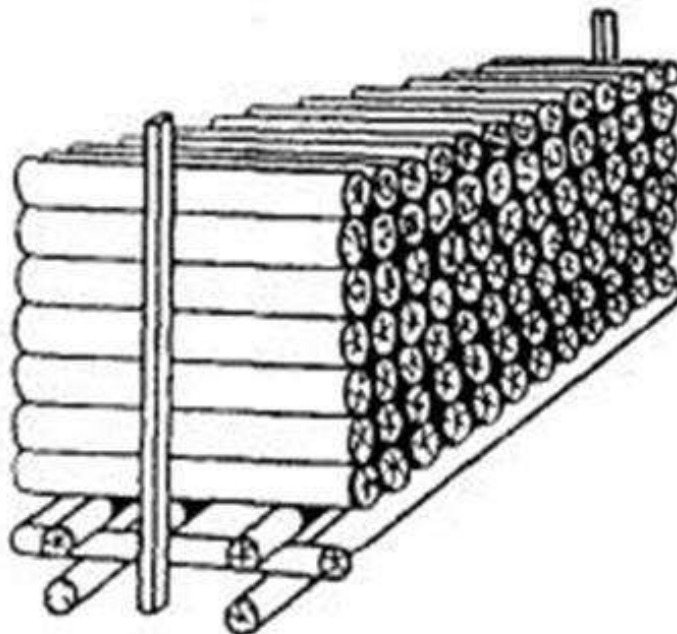


Рис. 46. Рядовой штабель

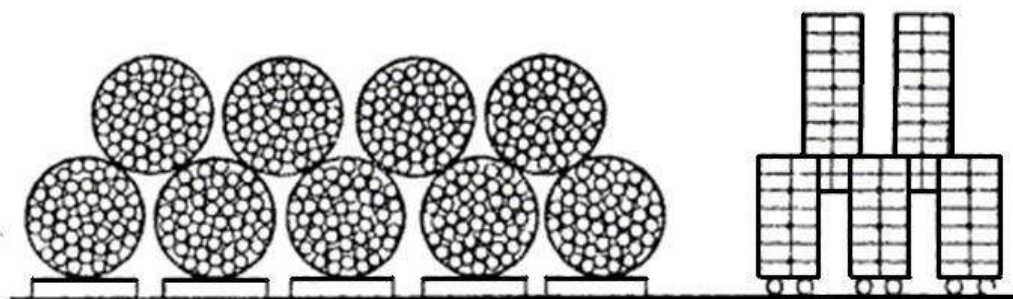


Рис. 47. Штабель цилиндрических пакетов

2.10.2. Хранение древесины

Под хранением древесины понимают совокупность мероприятий по обеспечению сохранности древесины на заданный срок, назначаемый в зависимости от сортимента, способа и срока хранения.

При транспортировке и хранении круглых материалов в теплое время года в древесине могут происходить поражения грибами, повреждения насекомыми и растрескивание, в результате чего качество древесины снижается. Причина всех поражений заключается в изменении влажности. В связи с этим способы защиты древесины при

длительном хранении должны выражаться в создании условий неблагоприятных для поражающих факторов. Известно, что для развития грибов в древесине необходимы соответствующие условия. Наиболее интенсивно они развиваются при температуре воздуха 22...26 °С и влажности 22...150 %. Поэтому при хранении следует создавать условия, обеспечивающие сохранение влажности свежесрубленной древесины либо быструю сушку до влажности 20 %.

Известны следующие виды хранения.

1. Влажное хранение древесины по ГОСТ 9014.0-78 [27] – хранение древесины в условиях, благоприятных для сохранения ее влажности в течение всего срока хранения (при влажности выше точки насыщения клеточных стенок). Влажное хранение древесины применяют для круглых лесоматериалов, предназначенных для распиловки, лущения и строгания, а также для хранения долготья для производства рудничной стойки и балансов.

2. Сухое хранение древесины – хранение древесины в условиях, благоприятных для доведения ее до воздушно-сухого состояния и поддержание этого состояния в течение всего срока хранения. Сухой способ хранения применяется для лесоматериалов, используемых в круглом виде (строительные, мачтовые, гидростроительные бревна, рудстойка, балансы).

3. Дождевание древесины – влажное хранение древесины, при котором она орошается водой, разбрызгиваемой с помощью специальных устройств в соответствии с ГОСТ 9014.1-78 [27].

4. Водное хранение круглых лесоматериалов (затопление древесины) – влажное хранение древесины, при котором она полностью погружена в воду.

5. Хранение при пониженной температуре внутри штабеля. В зимнее время на основании штабеля формируется толстая подушка снега (льда) и на ней укладывается штабель. Летом лед долго сохраняется под штабелем и понижает температуру воздуха внутри штабеля.

Круглые лесоматериалы по стойкости пород древесины к поражению насекомыми, грибами и растрескиванию подразделяются на классы, приведенные в табл. 13.

Лиственные породы древесины (особенно ценных пород) рекомендуется хранить в плотных штабелях, и торцы сортиментов покрывать влагозащитной замазкой, предотвращающей растрескивание. При небольших объемах хранения древесину лучше хранить в затопленном виде. Надводная часть штабеля должна быть с корой и периодически обрабатываться дождеванием.

Классы стойкости пород древесины

Класс стойкости	Стойкость пород древесины к		
	повреждению насекомыми	поражению грибами	растрескиванию
I – стойкие	Пихта, бук, граб, клен, ольха, осина, тополь, явор	Пихта, дуб, ильмовые, клен, явор, ясень	Ель, сосна, пихта, кедр, ольха, осина, липа, тополь
II – нестойкие	Ель, сосна, лиственница, кедр, дуб, ильмовые, ясень, береза	Ель, сосна, лиственница, кедр, береза, бук, граб, ольха, осина, тополь, липа	Лиственница, бук, граб, ильмовые, явор, клен, дуб, ясень, береза

2.10.3. Способы хранения круглых лесоматериалов

Хранение в штабелях для атмосферной сушки применяется для бревен хвойных пород, предназначенных для строительства деревянных домов, опор ЛЭП. Для предотвращения поражения насекомыми и обеспечения быстрой просушки лесоматериалы окариваются и укладываются в рядовые штабеля на прокладках толщиной 8...12 см (рис. 48).



Рис. 48. Штабеля для хранения окоренных бревен

Высота подштабельного основания должна быть не менее 25 см. Атмосферная сушка обеспечивает подсушку древесины до влажности 18...22 %, при которой процесс поражения насекомыми и грибами

исключается, но образуются трещины. При сушке влага удаляется из древесины неравномерно, прежде всего с поверхности бревен. В результате в древесине возникают внутренние напряжения, вызывающие растрескивание бревен.

Замазка торцов бревен. Для предохранения от растрескивания торцов круглых лесоматериалов, и исключения проникновения грибной инфекции на торцы бревен наносят специальные *торцевые замазки*: битумы, сухоперегонные уваренные смолы, битумные эмульсии, природные и синтетические смолы. Торцы лесоматериалов зимней заготовки обмазывают с наступлением теплой погоды. Лесоматериалы, заготовленные летом, обмазывают не позже чем через пять дней после раскряжевки. При этом торцы затеяют щитами от попадания солнечных лучей или белят известковым раствором.

2.10.4. Защита дождеванием

Способ защиты бревен в штабелях дождеванием распространяется на хранение круглых лесоматериалов в теплый период года [27].

Влажность заболони круглых лесоматериалов в течение всего периода дождевания должна соответствовать влажности свежесрубленной древесины для лесоматериалов сухопутной доставки и влажности сплавных лесоматериалов, измеренной сразу после укладки штабеля.

Дождевание проводят при помощи различных дождевальных систем или машин, применяемых для разбрызгивания воды. Штабели опрыскивают сверху мелким искусственным дождем. Расход воды за один полив независимо от конструкции разбрызгивающих устройств должен составлять не менее 6 л на 1 м² верхней поверхности штабеля (рис. 49).

Дождевание проводят в теплый период года (среднесуточная температура воздуха +5 °С и выше), начиная сразу после укладки штабеля.

Начальный полив необходимо производить не менее 1 ч до полного смачивания штабелей. Первоначальное дождевание должно промочить штабель до самого низа, в дальнейшем дождевание производится с учетом влажности и температуры окружающей среды.

При дождевании полив производится 2...3 раза в сутки, а при усиленном орошении частота полива увеличивается до 4...6 раз в сутки. Продолжительность дождевания при средней высоте штабеля 5...6 м должна быть не менее 10...15 минут, а расход воды – 6...8 л на квадратный метр поверхности штабеля. При таком поливе внутри

штабелей и в разрывах между ними создается особый микроклимат. Температура в разрывах между штабелями в среднем на 1,5...2,0 °С ниже, чем между штабелями без дождевания, а относительная влажность воздуха соответственно на 10...13 % выше.

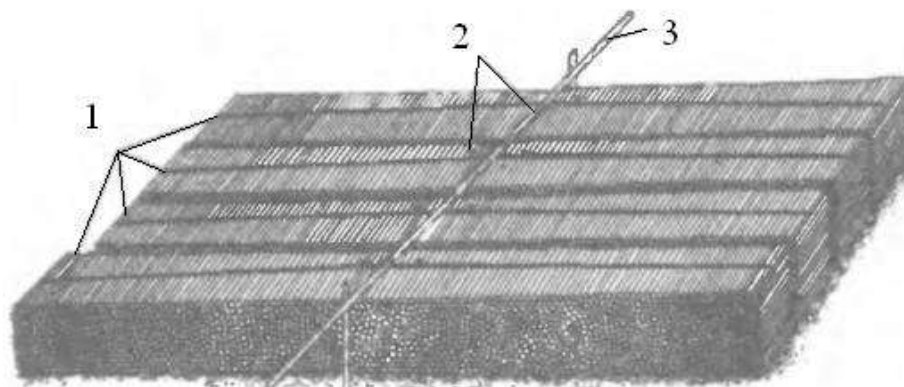


Рис. 49. Увлажнение штабелей дождевальной установкой:
1 – трубопроводы – ответвления; 2 – вентили трубопроводов;
3 – магистральный трубопровод

Дождеванию при хранении рекомендуются в первую очередь следующие породы [27]:

- хвойные породы – сосна, ель, пихта, лиственница, кедр;
- лиственные породы – береза, бук, ольха, граб, липа, осина, клен, тополь, явор.

2.10.5. Хранение древесины затоплением

Для водного хранения круглых лесоматериалов в воде путем их затопления используют водные пространства судоходных и сплавных рек, озера, пруды, затоны с достаточно устойчивым уровнем воды и искусственные водоемы. Такой способ хранения древесины применялся с давних времен, поскольку затопленная в пресной воде древесина хорошо сохраняется многие годы [26].

Для хранения древесины укладывают в подводные штабели лебедками, плавучими элеваторами и др. (рис. 50).

При затоплении штабеля часть материала используется в качестве надводного груза. При средней плотности древесины 700 кг/м³ примерно 70 % сортиментов будет находиться под водой, а 30 % – над водой. Для полного погружения штабеля наверх его кладут панели из армированного бетона.

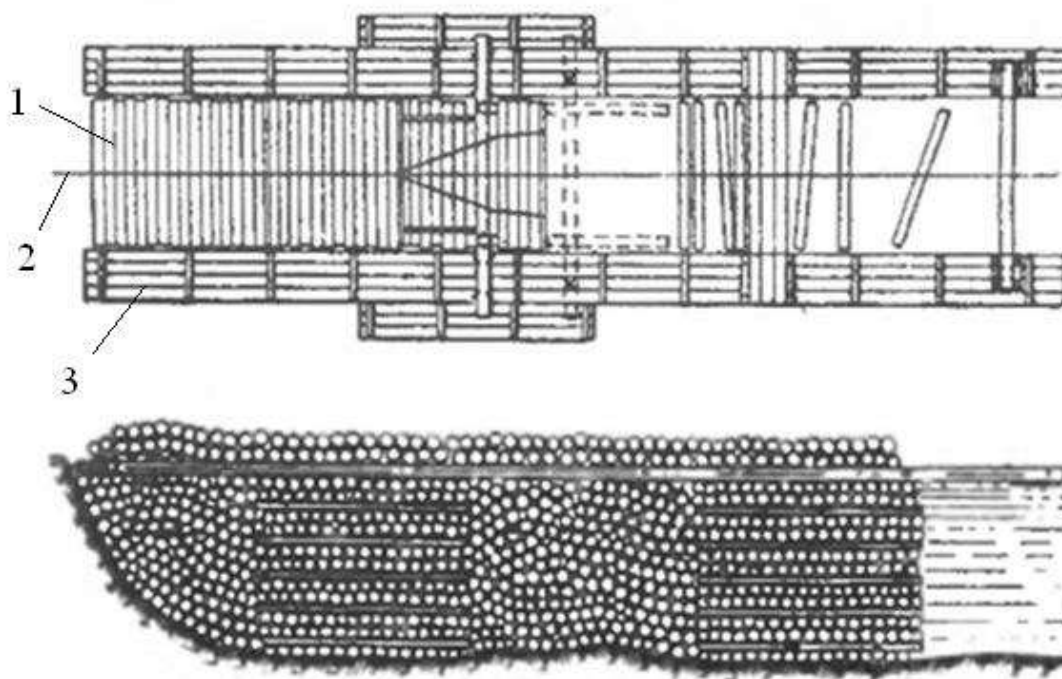


Рис. 50. Подводный штабель лесоматериалов, формируемый лебедкой

Лесоматериалы, полностью погруженные в воду, могут быть в коре и без коры. Они полностью защищены от поражения грибами и повреждения насекомыми. Для надводных и не полностью погруженных лесоматериалов следует применять плотную укладку с сохранением коры и дождевание. Допускаемые сроки хранения надводной древесины соответствуют допустимым срокам влажного хранения на суше.

К недостаткам водного способа хранения, кроме возможного снижения качества древесины надводной части плотов и штабелей, относятся затруднения их разборки в зимнее время. Иногда при этом приходится взрывать лед. Поэтому разборку рекомендуется проводить осенью или в начале зимы, пока лед еще тонок, а в стоячих водоемах – весной.

2.10.6. Хранение и защита пиломатериалов

При хранении пиломатериалов необходимо защитить древесину от растрескивания, коробления, от действия грибов и насекомых. Это достигают сушкой древесины, поверхностной пропиткой антисептированием.

Атмосферная сушка. На складах пиломатериалов используется атмосферная сушка, которая обеспечивает получение конечной влажности пиломатериалов 22 %. Склад размещают на проветриваемом, выровненном и сухом участке.

Пиломатериалы на складе укладывают в пакетные (рис. 51) или рядовые штабеля отдельными группами, кварталами и участками с учетом применяемого подъемно-транспортного оборудования, а также в соответствии с требованиями противопожарных норм проектирования складов лесных материалов [29].

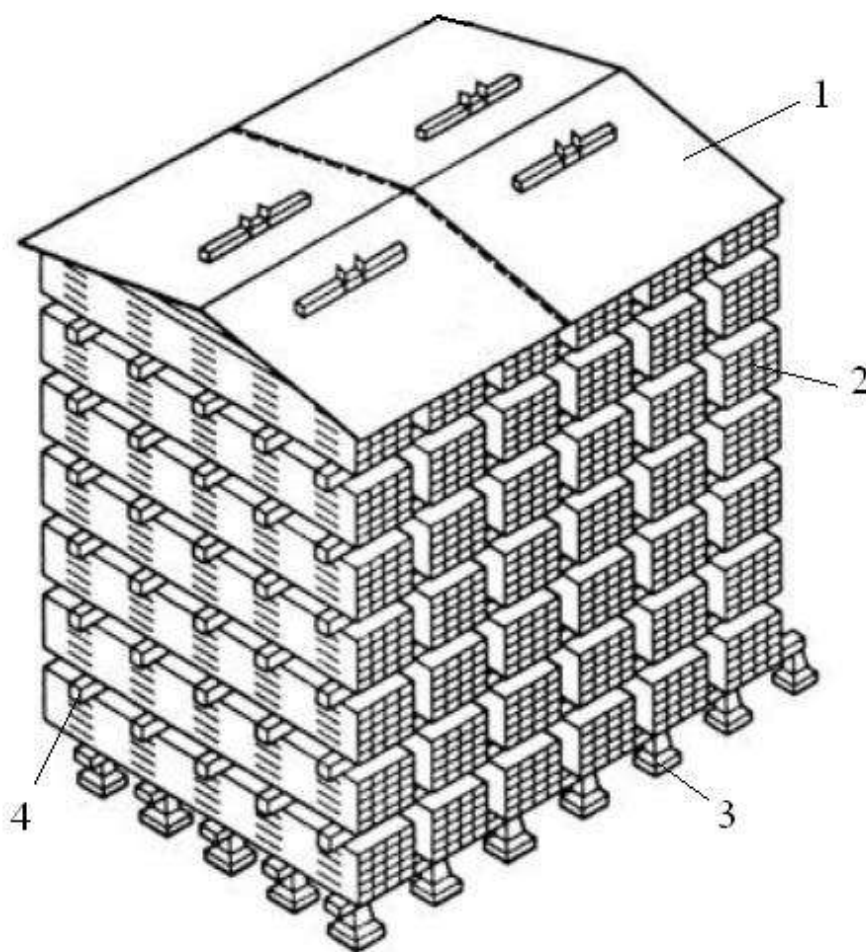


Рис. 51. Пакетный штабель пиломатериалов:
1 – крыша штабеля; 2 – пакеты; 3 – опоры; 4 – прокладки

Штабеля в группе отделены друг от друга межштабельными разрывами. Разрывы в продольном направлении должны увеличиваться от крайних штабелей к средним. Допускаются одинаковые разрывы в продольном направлении шириной не менее 1,5 м (рис. 52).

Группы штабелей отделяются между собой продольными проездами шириной не менее 10 м и поперечными разрывами или проездами шириной не менее 5 м, одинаковыми по ширине на всем протяжении.

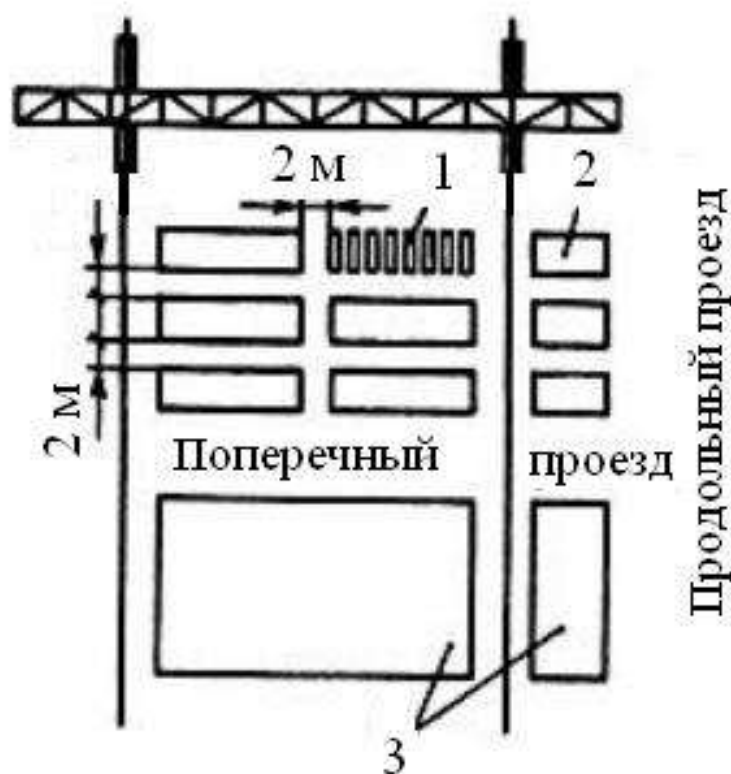


Рис. 52. Планировка группы штабелей, укладываемых козловым краном:
1 – пакет; 2 – штабель; 3 – группа штабелей

Продольные проезды должны совпадать с направлением господствующего ветра в активный период сушки (апрель–октябрь), а в районах, где господствующий ветер выражен слабо, – в направлении север – юг.

Штабель на складе по отношению к господствующим ветрам располагают в зависимости от толщин пиломатериалов: до 25 мм – с наветренной стороны, свыше 50 мм – в середине, от 25 до 50 мм – с подветренной стороны склада.

2.10.7. Пропитка древесины антисептиками

Антисептирование – это пропитка древесины химическими веществами, которые создают неблагоприятные условия для развития грибов и препятствуют гниению древесины.

Антисептики для дерева могут быть водорастворимые, масляные, комбинированные. Водорастворимые составы продаются в виде порошка, который перед использованием растворяют водой. Это медно-хромово-мышьяковый состав, технический фтористый натрий, калия бихромат, натрия бихромат, медный купорос, динитрифенол и др. При этом компоненты составов, введенные в древесину, безопасны для людей, животных.

Пропитка древесины выполняется в соответствии с ГОСТ 20022.6-93 различными способами с использованием различных вариантов [30]. Рекомендуются следующие способы пропитки.

1. Нанесение защитных средств на поверхность:
 - погружение в емкость с раствором в течение нескольких секунд или минут;
 - нанесение кистью;
 - опрыскивание.
2. Вымачивание в течение нескольких часов.
3. Прогрев – холодная ванна:
 - I – прогрев и пропитка осуществляются в одной ванне с заменой горячего раствора защитного средства холодным без обнажения изделий из древесины или заполнением ванны холодным раствором защитного средства после прогрева паром;
 - II – прогрев и пропитка осуществляются в одной ванне с оставлением изделий из древесины в горячем растворе защитного средства до остывания;
 - III – прогрев и пропитка осуществляются в двух ваннах с переносом пропитываемых изделий из одной ванны в другую.
4. Вакуум – атмосферное давление – вакуум.
5. Автоклавная пропитка водорастворимыми защитными средствами под давлением.
6. Диффузионный:
 - I – нанесение защитного средства на поверхность изделий - диффузионная выдержка;
 - II – нанесение на поверхность – гидроизоляция;
 - III – нанесение на поверхность без диффузионной выдержки;
 - IV – пропитка бандажированием (пропитка древесины с использованием бандажей).
7. Автоклавно-диффузионный:
 - I – пропитка в автоклаве способом ВДВ - диффузионная выдержка (ВДВ-Д);

- II – паровакуумная подсушка - пропитка в том же автоклаве способом ДВ - диффузионная выдержка (ПВП-ДВ-Д);
- III – паровакуумная подсушка - пропитка в том же автоклаве способом ДВ - послепропиточная тепловая обработка в том же автоклаве - выдержка в вакууме (ПВП-ДВ-ТВ)

8. Сушка – пропитка:

- I – сушка в автоклаве пропиточной жидкостью под вакуумом - пропитка в том же автоклаве (СВ-ДВ);
- II – сушка в автоклаве пропиточной жидкостью при атмосферном давлении – пропитка в том же автоклаве (СА-ДВ);
- III – сушка в ванне петролатумом – пропитка в автоклаве пропиточной жидкостью (СП-ДВ).

Температура растворов защитных средств должна быть не ниже 10 °С, масел – не ниже 40 °С. Растворы, содержащие соединения хрома, должны иметь температуру не более 50 °С.

Антисептируют в первую очередь пиломатериалы высших сортов. Особенно важно антисептировать тонкие сосновые пиломатериалы во второй половине лета, которые укладываются в штабеля на атмосферную сушку и сушатся в более влажной воздушной среде.

Пиломатериалы антисептируют в ваннах с использованием автолесовозов, которые подвозят плотные пакеты пиломатериалов к ванне, опускают и утапливают их в ванне, выдерживают, поднимают, обеспечивая сток антисептика в ванну, и увозят пакеты на склад.

2.11. Маркетинг лесных товаров

Маркетинг – это деятельность организации, направленная на получение прибыли путем удовлетворения потребностей покупателей. Это умение специалистов предприятия изучать рынок, систему ценообразования, прогнозировать и угадывать предпочтения клиентов, эффективно поддерживать связь с ними, чтобы удовлетворить нужды потребителей и, соответственно, получить прибыль для своего предприятия.

2.11.1. Закон Парето или Принцип 80-20

Увеличение продаж лесных товаров зависят от правильной оценки прибыльности каждой товарной позиции, отсутствия «залегающих товаров» и товара, затраты на который не окупаются.

Для изучения состояния продаж товаров часто проводят ABC анализ, основанный на законе итальянского экономиста и социолога Вильфредо Парето (1848–1923). Закон Парето утверждает принципиальное значение соотношения 80/20 [30]. Применительно к формированию торгового ассортимента это значит, что 20 % товаров приносят 80 % дохода, и, наоборот, оставшиеся четыре пятых товаров приносят дохода всего 20 %. Результатом ABC анализа обеспечивают возможность определения наиболее доходных 20 % товаров.

Таким образом, Принцип 80/20 утверждает, что диспропорция является неотъемлемым свойством соотношения между причинами и результатами, вкладываемыми и получаемыми средствами, прилагаемыми усилиями и вознаграждением за них. Выражение «80/20» хорошо описывает данную диспропорцию: 20 % вложенных средств ответственны за 80 % отдачи; 80 % следствий проистекают из 20 % причин, 20 % усилий дают 80 % результатов.

Математическая зависимость, которая легла в основу Принципа 80/20, была обнаружена более ста лет назад, в 1897 г., итальянским экономистом Вильфредо Парето. Его открытие называли по-разному, в том числе принципом Парето, законом Парето, правилом 80/20, принципом наименьшего усилия, принципом Дисбаланса.

Парето рассматривал распределение богатства и доходов в Англии XIX века. Он выяснил, что большая часть доходов и материальных ценностей принадлежит меньшинству людей в исследованных группах. При этом он установил два примечательных, по его мнению, факта. Первым был тот, что существует неизменное математическое соотношение между численностью группы людей (в процентах от общей численности рассматриваемого населения) и долей богатства или дохода, контролируемой этой группой. Другими словами, если известно, что 20 % населения владеют 80 % материальных ценностей, то можно с уверенностью сказать, что 10 % населения имеют приблизительно 65 % материальных ценностей, а 5 % населения – 50 %. Для Парето главным здесь были не цифры процентного соотношения, а тот факт, что распределение богатства среди населения предсказуемо несбалансированно.

Другой находкой Парето было то, что данная схема дисбаланса оставалась неизменной для статистических данных, относящихся к различным периодам времени и различным странам. Будь то данные по Англии за любой период ее истории или доступные Парето данные по другим странам за разные периоды времени, выяснялось, что схема снова и снова повторяется, причем с математической точностью.

Парето был блестящим новатором, поскольку до него никому не приходило в голову рассмотреть две системы взаимосвязанных данных: распределение доходов или богатств и число людей, получающих доход или владеющих собственностью, и сравнить процентные соотношения между двумя этими данными. К настоящему времени этот метод стал привычным и привел к крупным достижениям в таких областях, как бизнес и экономика.

В XX веке предпринимались массивные попытки уравнивания доходов, однако неравенство, искорененное в одной сфере, неожиданно возникает в другой. В США с 1973 по 1995 года реальные доходы работников, не принадлежащих к сфере управления, упали на 14 %. В 1980-х годах весь прирост доходов ушел в руки 20 % самых богатых людей, а недоступные воображению 64 % всего прироста были получены 1 % наиболее богатых людей. Принцип 80/20 будет работать всегда и везде, если не прилагать сознательных, настойчивых и массивных усилий по его преодолению.

Принцип 80/20 имеет огромную важность по той причине, что он противоречит тому, что мы привыкли считать логичным. Мы вправе ожидать, что все факторы имеют приблизительно одинаковое значение. Что все клиенты одинаково для нас ценны. Что каждая сделка, каждый продукт и каждый вырученный от продажи рубль так же хороши, как и другие. Что все проблемы проистекают из множества причин, так что не стоит даже стараться искать среди них несколько ключевых. Что все возможности одинаково ценны, поэтому неважно, какую из них мы выберем.

Мы привыкли думать, что 50 % причин или вложенных в дело ресурсов дадут нам 50 % результатов или конечного продукта. И нам кажется естественным, почти демократичным, ожидание, что причины и следствия приблизительно одинаково сбалансированы между собой. Принцип 80/20 говорит о том, что если мы изучим и проанализируем два набора данных, относящихся к причинам и результатам, то, скорее всего, получим картину несбалансированности. Численно этот дисбаланс может составлять 65/36, 70/30, 75/25, 80/20, 95/5 или 99,9/0,1 или принимать любые другие значения.

На принципе дисбаланса основывается и *ABC анализ*, при проведении которого строится график зависимости совокупного эффекта от количества элементов. Такой график называется *кривой Парето* или *ABC-кривой*. По результатам анализа ассортиментные позиции ранжируются и группируются в зависимости от размера их вклада в совокупный эффект.

Пример. Провести ABC-анализ поставок продукции леспромхоза. Структура поставок продукции по рынкам сбыта показана в табл. 14.

По данным таблицы построим диаграмму Парето (рис. 53). По оси ординат диаграммы откладывается процент доли каждого параметра от общей суммы. На диаграмму можно нанести кумулятивную кривую (рис. 53), отражающую накопленный процент параметров.

На рис. 54 можно выделить два участка, на которых кумулятивная кривая растет почти пропорционально. Два первых параметра (бревна, поставляемые на экспорт и внутренний рынок) оказывают на процесс реализации одинаковое влияние. Параметры второго участка кумулятивной кривой тоже оказывают на процесс реализации одинаковое значение. Между тем закон Парето указывает, что при правильной организации процесса должна наблюдаться резко выраженная несбалансированность параметров процесса. Должен быть один параметр, оказывающий существенное влияние на процесс реализации.

Таблица 14

Выручка от реализации товарной продукции, млн. руб.

Показатели	Объем	Уд. вес в общем объеме реализации, %
Всего:	12099	100,0
Лесоматериалы круглые, в т.ч.:		
– внутренний рынок	4903	40,5
– экспорт	4912	40,6
Пиломатериалы и заготовки, в.ч.:		
– внутренний рынок	772	6,4
– экспорт	707	5,8
Балансы	505	4,2
Дрова	300	2,5

Представим себе, что леспромхоз увеличил поставки бревен на экспорт за счет внутреннего рынка на 10 %, тогда экспортные поставки будут 50,6 %, а поставки на внутренний рынок составят 30,5 %. Остальное оставим без изменения. В этом случае параметр экспортной поставки бревен будет резко выделяться среди указанных параметров и окажет исключительное влияние на процесс реализации продукции. Диспропорцию можно создать за счет бревен, поставляемых на внутренний рынок.

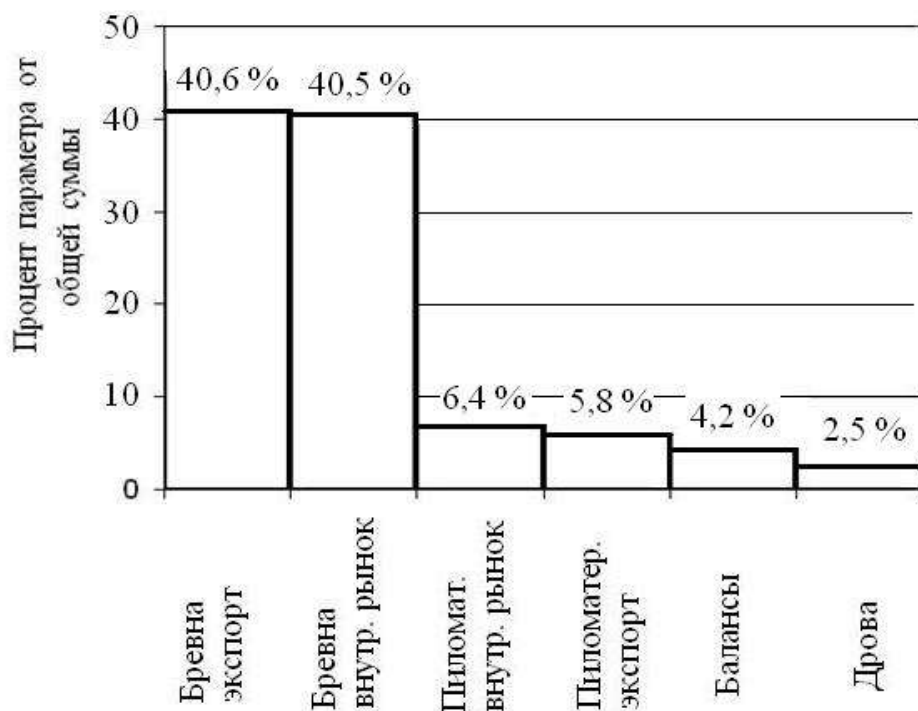


Рис. 53. Диаграмма Парето

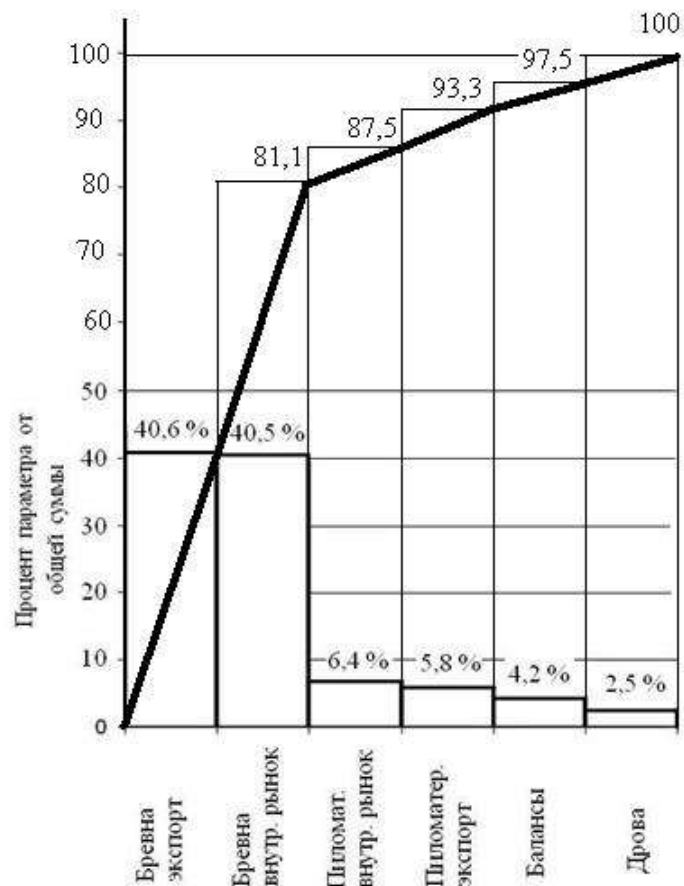


Рис. 54. Кумулятивная кривая на диаграмме Парето

Для поиска существенных параметров желательно составить несколько диаграмм с различными параметрами. Это позволит взглянуть на суть проблемы по-новому, наблюдая явление с разных точек зрения.

2.11.2. Частота проведения ABC-анализа

Даже без использования специального программного обеспечения процедура проведения ABC-анализа не занимает много времени, поэтому выполнять ее можно сколько угодно часто. В компаниях это делается каждый месяц, и в итоге получается некая плавающая схема: данные берутся за последние полгода, что позволяет отслеживать тенденции продаж в режиме почти реального времени.

2.12. Сортировка лесоматериалов

2.12.1. Сортировка сырья по качеству

Качество древесины бревен (сорт) определяется допустимыми пороками (табл. 15, табл. 16). При сортировке круглые лесоматериалы с одинаковыми пороками накапливают, чтобы в последующем, используя специальные виды раскроя, получить из них пиломатериал. Такие группы пиловочного сырья формируются по гнили, чрезмерной сучковатости, кривизне. Основная масса пиловочника сортируется по сортам.

Таблица 15

Пороки древесины, определяющие сорт бревен хвойных пород по ГОСТ 9463-88

Порок древесины по ГОСТ 2140	Норма ограничения пороков		
	Сорт 1	Сорт 2	Сорт 3
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1. Сучки и пасынок:	В мелких лесоматериалах допускаются		
– все разновидности за исключением табачных сучков;	В средних лесоматериалах допускаются диаметром не более, см		Допускаются
	3	8	
	В крупных лесоматериалах допускаются диаметром не более, см		Допускаются
	5	10	

Продолжение табл. 15

1	2	3	4
– табачные	Не допускаются		Допускаются диаметром не более, см
		2	5
2. Грибные поражения: а) ядровая гниль и дупло	В мелких лесоматериалах не допускаются		
	Допускаются укладываемые во вписанную в торец полосу (вырезку) размером не более: в средних лесоматериалах		
	Не допускаются	1/5	1/3
	диаметра соответствующего торца с выходом на один торец		
	в лесоматериалах толщиной от 26 до 38 см		
	1/4 диаметра соответствующего торца с выходом на один торец	1/3 диаметра соответствующего торца с выходом на один торец; в лесоматериалах длиной до 3 м – 1/2 диаметра соответствующего торца с выходом на второй торец не более 1/4 его диаметра	
	в лесоматериалах толщиной 40 см и более		
	1/3	1/3	1/2
	диаметра соответствующего торца с выходом на один торец	Диаметра соответствующего торца с выходом на второй торец не более 1/4 его диаметра. Допускается глубиной по радиусу не более 1/10 диаметра соответствующего торца	

Продолжение табл. 15

1	2	3	4
б) заболонная гниль	Не допускается		Допускается глубиной по радиусу не более 1/10 диаметра соответствующего торца
в) наружная трухлявая гниль	Не допускается		
г) заболонные грибные окраски (синевы, и цветные заболонные пятна)	Допускаются глубиной по радиусу не более 1/20 диаметра соответствующего торца	Допускаются глубиной по радиусу не более 1/20 диаметра соответствующего торца	Допускаются
3. Червоточина	Допускается поверхностная		
	Не допускается неглубокая и глубокая	Допускается неглубокая и глубокая до	
		5	10
		отверстий в среднем на 1 м длины	
4. Трещины: а) все разновидности кроме боковых и торцовых от усушки	Допускаются укладываемые во вписанные в торец круг или полосу (вырезку) размером не более:		Допускаются
	1/3	1/3	
	соответствующего торца		
б) боковые от усушки	Допускаются глубиной не более		
	1/20	1/20	1/5
	диаметра соответствующего торца		
в) торцовые от усушки	Допускаются протяжением по длине сортамента не более:		диаметра верхнего торца
	установленного припуска		
5. Кривизна: а) простая	Допускается с отношением стрелы прогиба в месте наибольшего искривления к длине сортамента в процентах, не более:		
	1,0	1,5	2,0

Окончание табл. 15

1	2	3	4
б) сложная	Допускается в размере половины нормы простой кривизны		
6. Механические повреждения: (заруб, запил, скол, отщеп, вырыв), а также прорость открытая, сухобокость и рак	Допускаются глубиной не более суммы 1/10 диаметра верхнего торца и полуразности диаметров бревна в месте повреждения и верхнего торца	Допускаются	

Толщину круглых лесоматериалов вычисляют как среднее арифметическое значений результатов измерений двух взаимно перпендикулярных диаметров в верхнем торце. У деловых сортиментов диаметры измеряют без учета коры.

Длину круглых лесоматериалов измеряют по наименьшему расстоянию между торцами в метрах с округлением до 1 см.

Таблица 16

Пороки древесины, определяющие сорт бревен лиственных пород по ГОСТ 9462-88

Порок древесины по ГОСТ 2140	Норма ограничения пороков		
	Сорт 1	Сорт 2	Сорт 3
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1. Сучки и пасынок:	В мелких лесоматериалах допускаются		
– все разновидности за исключением табачных сучков;	В средних и крупных лесоматериалах допускаются диаметром не более, см		Допускаются
	3	7	
– табачные	Не допускаются	Допускаются диаметром не более, см	
		4	7

Продолжение табл. 16

1	2	3	4
2. Грибные поражения: а) ядровая гниль и дупло	В мелких лесоматериалах не допускаются Допускаются укладываемые во вписанную в торец полосу (вырезку) размером не более: в средних лесоматериалах		
	1/10	1/4	1/3
	диаметра соответствующего торца с выходом на один торец		
	в лесоматериалах толщиной от 26 до 38 см		
	1/4	1/3	1/3
	диаметра соответствующего торца с выходом на один торец	диаметра со- ответствующе- го торца с выходом на один торец; в лесомате- риалах дли- ной до 3 м – 1/2 диаметра соот- ветствующе- го торца с выходом на второй торец не более 1/4 его диаметра	
	в лесоматериалах толщиной 40 см и более		
	1/3	1/2	1/2
	диаметра соответствующего торца с выходом на один торец	диамет- ра соответст вующего торца с вы- ходом на второй торец не более 1/4 его диаметра	
б) побурение	Не допускает- ся	Допускается без белых пя- тен и выцве- тов	Допускается

Окончание табл. 16

1	2	3	4
в) заболонная гниль	Не допускает-ся	Допускается глубиной по радиусу не более 1/10 диаметра соответствующего торца	
з) наружная трухлявая гниль	Не допускается		
3. Червоточина	Не допускает-ся неглубокая и глубокая	Допускается	
4. Трещины: а) все разновидности кроме боковых и торцовых от усушки	Допускаются укладываемые во вписанные в торец круг или полосу (вырезку) размером не более:		Допускаются
	1/3	1/2	
	диаметра соответствующего торца		
б) боковые от усушки	Допускаются глубиной не более		
	1/20	1/5	1/5
	диаметра соответствующего торца		
в) торцовые от усушки	Допускаются глубиной не более:		
	установленно-го припуска	диаметра верхнего торца	
5. Кривизна: а) простая	Допускается с отношением стрелы прогиба в месте наибольшего искривления к длине сортамента в процентах, не более:		
	1	2	3
	в лесоматериалах толщиной до 26 см и более		
	2	3	5
б) сложная	Допускается в размере половины нормы простой кривизны		
6. Механические повреждения: (заруб, запил, скол, отщеп, вырыв), а также прорость открытая, сухобокость и рак	Допускаются глубиной не более суммы 1/10 диаметра верхнего торца и полуразности диаметров бревна в месте повреждения и верхнего торца		Допускаются

2.12.2. Примеры решения задач

Пример 1. Дано: сосновое бревно, предназначенное для выработки экспортных пиломатериалов северной сортировки, длиной 5,93 м с максимальным диаметром вершинного торца $d_{\max} = 24,4$ см и минимальным диаметром $d_{\min} = 22,4$ см имеет здоровые открытые сучки размером до 2 см и неглубокую червоточину с 3 отверстиями на 1 м длины [21].

Определить объем бревна, сорт и показать схему его маркировки.

Решение. Определяем средний диаметр бревна как среднее арифметическое результатов измерений двух взаимно перпендикулярных диаметров в вершинном торце:

$$d = \frac{22,4 + 24,4}{2} = 23,4 \text{ см.}$$

Округляем и находим стандартную толщину бревна $d = 24$ см.

Чтобы определить стандартную длину, вначале от фактической длины отнимаем припуск, равный 0,03 м:

$$5,93 - 0,03 = 5,90 \text{ м.}$$

По ГОСТ 9462-88 устанавливаем, что длина лесоматериалов для выработки экспортных пиломатериалов северной сортировки изменяется от 4 до 7 м с градацией 0,3 м, то есть стандартные длины: 4,0; 4,3; 4,6; 4,9; 5,2; 5,5; 5,8; 6,1; 6,4; 6,7; 7,0 м. Полученное значение длины 5,9 м округляем в меньшую сторону до ближайшего стандартного значения $l = 5,8$ м.

По таблицам объемов (ГОСТ 2708-75) находим объем данного бревна: $V = 0,32 \text{ м}^3$. Согласно ГОСТ 9463-88, определяем сорт по каждому пороку в отдельности:

- здоровые сучки в средних лесоматериалах диаметром не более 30 мм допускаются в сортиментах первого сорта;
- неглубокая червоточина допускается в сортиментах второго сорта.

Общий сорт устанавливаем по пороку, характеризующему худший сорт. В целом сортимент относится ко второму сорту.

Схема маркировки данного сортимента: 114 или 24. Первая цифра (римская или арабская) марки означает сорт, вторая – последнюю цифру стандартной толщины бревна.

Пример 2. Дано: имеется штабель неокоренных березовых и осиновых балансов длиной 1,3 м [21]. Длина штабеля, включающего 5 клеток, 50 м; замеры высоты: 0,95; 1,00 и 1,05 м; длина диагонали 8 м;

сумма отрезков диагонали на торцах балансов 5,3 м. Определить объем штабеля (рис. 55).

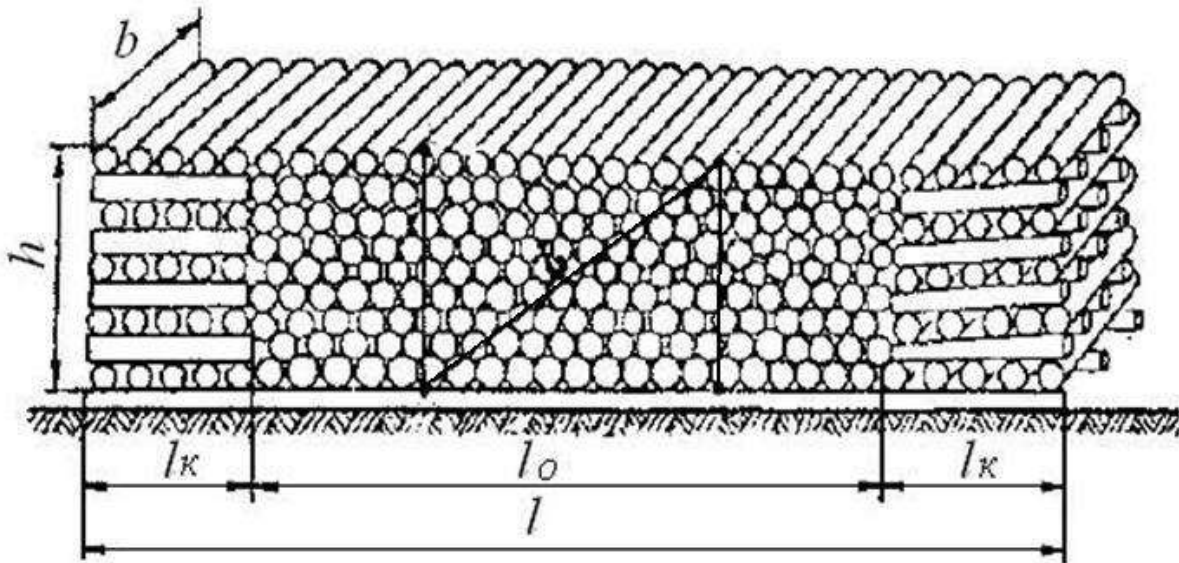


Рис. 55. Штабель складной с клетками

Объем лесоматериалов определяют по ГОСТ 2292-88. Объем измеряется методом пересчёта складочной меры в плотную.

Плотная мера – основной способ учёта объёма любого древесного материала, в том числе и дров, при котором производится поштучный замер диаметра торца и длины каждого бревна.

Складочная мера – промежуточный, вспомогательный способ учёта лесоматериалов по размерам штабеля. Объем плотной древесины в штабеле определяется по коэффициенту полндревесности (заполнения) штабеля.

В спорных случаях коэффициент полндревесности можно определить так. На лицевой стороне штабеля намечают мелком или краской прямоугольник шириной, равной высоте штабеля, и длиной не менее 8 м. В прямоугольнике проводят диагональ L , которая должна пересечь не менее 60 торцов лесоматериалов, уложенных в штабель (рис. 57). Если основание штабеля будет менее 8 м, то проводят две диагонали, которые в сумме должны также пересечь не менее 60 торцов лесоматериалов, и их суммарная длина равна $2L$.

Фактический коэффициент полндревесности

$$K_{\phi} = \frac{\sum l_x}{L_{\partial}},$$

где $\sum l_x$ – сумма хорд на торцах лесоматериалов, измеренных по диагонали прямоугольника, см;

L_{∂} – длина диагонали прямоугольника, см.

Решение. Объем штабеля в складочной мере рассчитывается по формуле

$$V_c = bhl,$$

где b – ширина штабеля, равная длине уложенных сортиментов, м; $b = 1,3$ м;

h – высота штабеля, м,

l – расчетная длина штабеля, м.

Длину клеток, вследствие меньшей плотности их укладки, принимают равной 0,8 их фактической протяженности;

$$l_k = 0,8 \cdot 1,3 = 1,04 \text{ м.}$$

Объем штабеля

$$V_c = bhl = bh(l - 0,2ml_k),$$

где m – число клеток в штабеле.

Средняя высота штабеля, м:

$$h_{cp} = \frac{h_1 + h_2 + h_3}{3} = \frac{0,95 + 1,0 + 1,05}{3} = 1,0$$

$$V_c = bh(l - 0,2ml_k) = 1,3 \cdot 1,0(50 - 0,2 \cdot 5 \cdot 1,04) = 63,6 \text{ м}^3.$$

Табличный коэффициент полндревесности равен $K_v = 0,68$.

Плотный объем древесины в штабеле

$$V = K_v V_c = 0,68 \cdot 63,6 = 43,248 \text{ м}^3.$$

Фактический коэффициент полндревесности

$$K_{\phi} = \frac{\sum l_x}{L_{\partial}} = \frac{5,3}{8} = 0,66.$$

Фактический объем древесины в штабеле

$$V_{\phi} = K_{\phi} V_c = 0,66 \cdot 63,6 = 42,0 \text{ м}^3.$$

Пример 3. Дано: еловое бревно для линии связи длиной 4,5 м и диаметром 16 см имеет здоровые сучки диаметром 2...5 см и неглубокую червоточину с тремя отверстиями на 1 м длины.

Определить сорт бревна и показать схему его маркировки.

Решение. Сорт круглых лесоматериалов определяется их назначением и наличием пороков древесины (их количеством, размерами). При наличии нескольких пороков сортность устанавливается по пороку, характеризующему худший сорт (табл. 13). После определения сорта и толщины лесоматериалы маркируют. Маркировка – нанесение на верхний торец лесоматериалов знаков, указывающих сорт и толщину сортиментов. Если нормативно-технические документы устанавливают один сорт сортиментов, то маркировка должна содержать только обозначение толщины. Маркировку производят на месте раскряжевки хлыстов.

Согласно ГОСТ 9463-88 определяем сорт по каждому пороку в отдельности (табл. 17):

– здоровые сучки в средних лесоматериалах диаметром не более 30 мм допускаются в сортиментах первого сорта;

3 см < 2...5 < 8 см; сорт бревна по сучкам – 2;

– неглубокая червоточина допускается в сортиментах второго сорта.

Общий сорт принимается наихудший из двух. В целом сортимент относится ко второму сорту.

Схема маркировки данного сортимента: П6 или 26. Первая цифра марки означает сорт, вторая – последнюю цифру стандартной толщины бревна.

Пример 4. При измерении осинового бревна фактические его размеры оказались: длина – 5,51 м, диаметр – 39 см [21]. Бревно поражено заболонной гнилью глубиной 3 см.

Определить стандартные размеры бревна, степень поражения и его сорт, уточнить, насколько процентов изменится объем бревна из-за неточности размера по длине?

При решении таких задач необходимо пользоваться:

ГОСТ 9463 -88 Лесоматериалы круглые хвойных пород;

ГОСТ 9462 -88 Лесоматериалы круглые лиственных пород;

ГОСТ 2292-88 Лесоматериалы круглые. Маркировка, сортировка, транспортирование, методы измерения и приемка;

ГОСТ 2708-75 Таблицы объемов.

В ГОСТ 9462-88 и ГОСТ 9463-88 приведены группы лесоматериалов по толщине, градация по толщине. В зависимости от назначения приведены стандартные размеры, породы, сорта и градация по

длине. Качество древесины (сорт) устанавливается в зависимости от наличия порока, его размера и степени поражения этим пороком.

Объем бревна находят по ГОСТ 2708-75 после того, как определяют стандартные размеры по толщине и длине. При определении объема круглых лесоматериалов припуски и допуски не учитываются. Однако несоблюдение размеров по длине с учетом припуска, приводит к уменьшению длины сортимента на величину принятой градации.

Таблица 17

Бревно хвойное для опор линий связи и электропередач (ГОСТ 9463-88)

Показатели	Требование для опор линий электропередач напряжением			
	ниже 35 кВ		35 кВ и выше	
	1 сорт	2 сорт	1 сорт	2 сорт
Порода древесины	сосна, ель, лиственница, пихта		сосна, лиственница	
Номинальная длина, м	4,5; 6,5; 8,5; 9,5; 11,0; 13,0		по особому заказу	
Отклонение от номинальной длины, м	от +0,03 до +0,10			
Наименьший диаметр, см	от 16 до 34		по особому заказу	
Гнили и табачные сучки	не допускаются			
Количество отверстий глубокой и неглубокой червоточины в среднем на 1 м длины, шт.	не допускаются	5	не допускаются	5
Стрела прогиба кривизны, проценты от длины бревна:				
простая	5	5	5	5
сложная	5	5	5	5
Глубина механических повреждений, сухобокости, прорости и рака, см	сумма 0,1 диаметра верхнего торца и полуразности диаметров в месте повреждения и в верхнем торце			
Высота сучьев (от коры), см	2			
Скос пропила	не более припуска по длине			

Решение.

1. Вследствие заниженного припуска номинальную (стандартную) длину бревна уменьшаем на величину градации 0,5 м и принимаем равной 5,0 м.

Согласно ГОСТ 2292-88 значение толщины круглых лесоматериалов менее 14 см округляют до целого числа, при этом доли менее 0,5 не учитывают, а долю 0,5 см и более приравнивают к большему целому числу. Значение толщины круглых лесоматериалов –14 см и более округляют до четного числа, при этом доли целого нечетного числа не учитывают, а целое нечетное число и доли нечетного округляют до большего целого числа.

Так как доля градации по толщине составляет 1 см, то принимаем бревно диаметром 40 см.

2. Степень поражения бревна заболонной гнилью определяем отношением размеров гнили к диаметру торца бревна:

$$Z = \frac{\tau}{d} = \frac{3}{40} = \frac{1}{13},$$

где Z – степень поражения бревна заболонной гнилью;

τ – размер заболонной гнили, см;

d – диаметр бревна в верхнем срезе, см.

3. По ГОСТ 9462-88 бревно с таким размером гнили относят к 3-му сорту.

4. По ГОСТ 2708-75 Таблицы объемов определяем объем бревна по фактическим и номинальным (стандартным) размерам.

Объем бревна длиной 5,50 м и диаметром 40 см по таблице составляет 0,832 м³. Объем бревна длиной 5,0 м и диаметром 40 см составляет 0,752 м³.

Для того чтобы определить, на сколько процентов изменится объем бревна из-за заниженного припуска на усушку по длине, составляем пропорцию:

$$\begin{array}{l} 0,832 \text{ м}^3 - 100 \% \\ 0,752 \text{ м}^3 - x \% \\ x = \frac{0,752 \cdot 100}{0,832} = 90,4 \% . \end{array}$$

Следовательно, объем бревна уменьшится на 9,6 % (100 % – 90,4 %).

Контрольные вопросы и задания

1. Изобразите схемы штабелей для хранения круглых лесоматериалов на складе.
2. Покажите планировку склада пиломатериалов.
3. Способы защиты древесины круглых лесоматериалов.
4. Способы защиты древесины пиломатериалов.
5. Что такое маркетинг?
6. Поясните содержание закона Парето 80/20.
7. Как строится кумулятивная кривая на графику Парето и какие выводы делаются по этой кривой?
8. Сортировка бревен по качеству.
9. Как найти объем дров в штабеле?

Часть 3

ОСНОВЫ ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЯ

3.1. Строение дерева

Дерево – это многолетнее растение с корнями, одревесневшим стволом, сохраняющимся в течение всей его жизни, и ветвями, образующими крону, высотой от 2 до 100 м, с продолжительностью жизни до 3...5 тыс. лет (рис. 56). При жизни каждая часть дерева выполняет свою определенную функцию, а в срубленном дереве имеет различное промышленное применение.

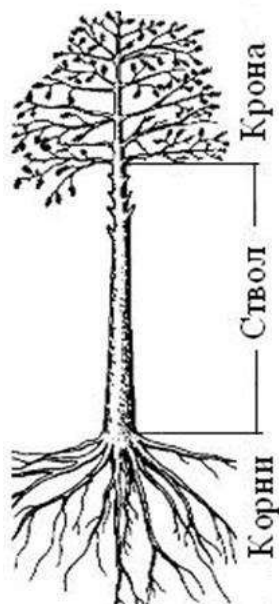


Рис. 56. Дерево

Крона состоит из ветвей и листьев или хвои. Из углекислоты, поглощаемой из воздуха, и воды, получаемой из почвы, в листьях образуются сложные органические вещества, необходимые для жизни дерева. Промышленное использование кроны невелико. Из листьев (хвои) получают лекарственные препараты и витаминную муку – ценный продукт для животноводства и птицеводства. Из ветвей делают технологическую щепу для производства тарного картона и древесноволокнистых плит.

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

В процессе роста в дереве происходит нарастание конусообразных слоев древесины. Каждый последующий конус имеет большую высоту и диаметр основания.

Корни проводят воду с растворенными в ней минеральными веществами вверх по стволу, хранят запасы питательных веществ и удерживают дерево в вертикальном положении. Корни используются как второсортное топливо. Пни и крупные корни сосны через некоторое время после валки деревьев служат сырьем для получения канифоли и скипидара. В общем объеме дерева объем ствола составляет 55–90 %, кроны – 5–20 % и корней – 5–25 %.

3.2. Строение древесины

Все живое на земле состоит из клеток. Растущее дерево – организм, и потому основным его структурным элементом является клетка. Клетка – это полость, окруженная стенками. Полости клеток позволяют накапливать и передавать водные растворы питательных веществ различным частям дерева, а стенки обеспечивают механическую прочность дерева.

В стволе дерева клетки не однородны по форме и размерам. Их группы-ткани специализированы. Различают паранхиму, сосуды, сердцевинные лучи, трахеиды, либриформ, смоляные ходы. Механическое сопротивление воздействию внешних нагрузок оказывают главным образом механические ткани – трахеиды (у хвойных пород) и либриформ (у лиственных пород древесины), составляющие основную массу древесины.

В состав древесины входят отмершие (одеревеневшие) клетки, расположенные в центральной части ствола, ветвей, корней растущего дерева, и периферийный луб, состоящий из живых клеток. По центральной части древесины из почвы к листьям поднимается вверх вода с растворенными в ней веществами, а по лубу спускается вниз образовательный сок, питающий живые клетки луба. Одеревенение клеточных оболочек происходит при пропитывании их оболочек лигнином. Одеревеневшие оболочки клеток становятся более крепкими, твердыми и упругими.

Таким образом, под древесиной понимают совокупность проводящих, механических и запасяющих тканей, расположенных в стволах, ветвях и корнях древесных растений между корой и сердцевиной. Древесина – материал биологического происхождения, состоящий на

99 % из высокомолекулярных соединений с включением неорганических веществ.

Древесина – материал неоднородного строения. Эта неоднородность является результатом роста дерева. Каждый год происходит нарастание новых слоев клеток ранней (весенней) и поздней (летней) древесины, которые образуют годичные слои.

Главные направления ствола дерева. Физико-механические свойства ствола дерева различны в трех взаимно перпендикулярных направлениях: поперечном, радиальном и тангенциальном (рис. 57).

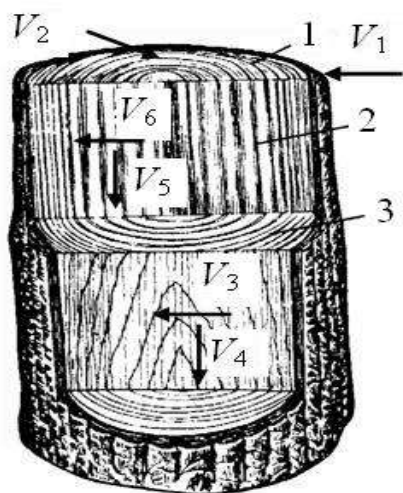


Рис. 57. Разрезы ствола:
1 – поперечный (торцовый);
2 – радиальный;
3 – тангенциальный

Поперечным называется разрез, проходящий перпендикулярно оси ствола и направлению волокон. Он образует торцовую плоскость и образуется при перерезании ствола в направлениях V_1 и V_2 .

Радиальный разрез – это продольный разрез, проходящий через сердцевину по радиусу ствола, образованный при срезании по направлениям V_5 или V_6 . Сердцевина расположена примерно в центре ствола и на радиальном разрезе видна в виде узкой темной полосы.

Тангенциальный (тангентальный) разрез – это продольный разрез, проходящий на некотором расстоянии от сердцевины касательно к годичному слою. Образуется при срезании слоя по направлениям V_3 и V_4 .

Древесина в указанных разрезах значительно отличается по своему строению. Поперечный разрез образован перерезанием трахеидов (волокон хвойных пород) и волокон либриформа и сосудов (у листовенных пород) нормально к их длине. Тангенциальный разрез получен перерезанием смоляных ходов и сердцевинных лучей нормально к их длине и частичным перерезанием волокон и сосудов параллельно их оси. Радиальный разрез образован перерезанием волокон и сосудов параллельно их длине.

Механические свойства древесины по главным направлениям различны. Это свойство называют *ортотропией*. Механические свойства древесины различны и в промежуточных направлениях. Это свойство материала называют *анизотропией*. Таким образом, древесина – анизотропно-ортотропный материал волокнисто-слоистого, разноклеточного строения с пустотами.

3.3. Макроструктура древесины

Под макроструктурой понимают строение древесины, которое можно исследовать невооруженным глазом или с помощью лупы. К элементам макроструктуры относят слои прироста (годичные слои), сердцевинные лучи, заболонь, ядро, спелую древесину, сосуды, смоляные ходы.

Годичные слои – слои древесины, образовавшиеся в течение одного года. Наблюдаются в виде кольца и состоят из ранней (светлой части кольца) и поздней древесины (темной части кольца).

На поперечном разрезе ствола дерева годичные слои образуют концентрические окружности (рис. 58). На радиальном разрезе, плоскость которого проходит параллельно продольной оси ствола дерева и совпадает с радиусом, годичные слои образуют прямые параллельные полосы. На тангенциальном разрезе, плоскость которого проходит параллельно продольной оси ствола на некотором расстоянии от сердцевинной трубки, годичные слои образуют извилистые и V-образные полосы.

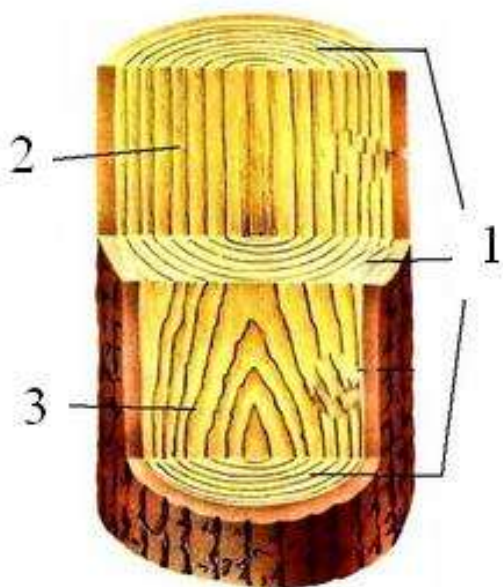


Рис. 58. Годовые слои на разрезах ствола дерева:
 1 – поперечный (торцовый);
 2 – радиальный;
 3 – тангенциальный

Годичный слой состоит из ранней невызревшей и поздней вызревшей зон, нарастающих соответственно в начале и конце вегетационного периода. Ранняя зона древесины светлая, мягкая и рыхлая, поздняя зона древесины – более темная, плотная и твердая.

С увеличением ширины годичных слоев хвойных пород древесины плотность и прочность древесины уменьшаются.

Ширина годичных слоев в зависимости от условий роста дерева изменяется от долей миллиметра до 2...3 см. Оптимальная ширина годичных слоев древесины хвойных пород, используемых в строительстве, производстве пиломатериалов (досок, брусьев и др.), мебели должна быть не более 3,5...4,0 мм. Такая древесина обладает достаточной прочностью, допустимой для указанных отраслей промышленности. Таким образом, для выбора древесины необходимой прочности надо знать объем поздней древесины в годичном слое (рис. 59).

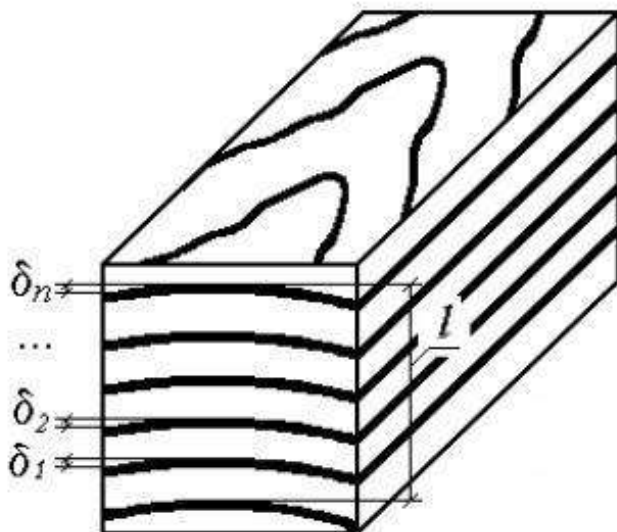


Рис. 59. Схема измерения размеров:
 l – расстояния между крайними годовыми слоями, $l \approx 20$ мм;
 δ – ширины зоны поздней древесины годового слоя

Содержание поздней древесины вычисляют в процентах с точностью до 1 % по формуле

$$m = \frac{\sum \delta}{l} 100,$$

где δ – толщина отдельного слоя поздней древесины, мм;

l – расстояние между 5...10 годовыми кольцами, мм.

Сердцевинные лучи – это тонкие блестящие линии, расходящиеся на торцовом срезе от сердцевины к коре по радиусам, которые служат для проведения воды и питательных веществ в горизонтальном направлении и для хранения запасных питательных веществ. Ширина *сердцевинных лучей* 0,005–1,0 мм. Широкие лучи имеют дуб

и бук. Сердцевинные лучи занимают до 32 % объема древесины лиственных пород и до 5–8 % – хвойных пород.

Смоляные ходы – это узкие, длинные, заполненные смолой межклеточные каналы, пронизывающие древесину в вертикальном и горизонтальном направлениях в древесине хвойных пород. Вертикальные каналы расположены преимущественно в поздней зоне годичных слоев, имеют ширину 0,08–0,14 мм и длину 10–80 см. Горизонтальные смоляные ходы тоньше, но их очень много – до 300 штук на 1 см² площади сечения ствола. Максимальное количество смоляных ходов наблюдается в древесине сосны, затем у кедра, лиственницы, ели.

Ядро. Темноокрашенная центральная зона ствола, имеющая меньшую влажность, чем периферийная. Различают настоящее ядро древесины, которое представляет собой темно-окрашенное ядро и встречается у древесных пород с регулярным ядрообразованием. Ядровые породы – сосна, лиственница, дуб, ясень, грецкий орех, тополь, рябина и др. Ядро может быть ложным. Ложное ядро древесины – темно-окрашенное ядро у древесных пород с нерегулярным ядрообразованием (ель, береза, бук, клен и др.).

Заболонь древесины – наружная, большей частью светлоокрашенная зона древесины стволов и ветвей, физиологически активная в растущем дереве (рис. 60).

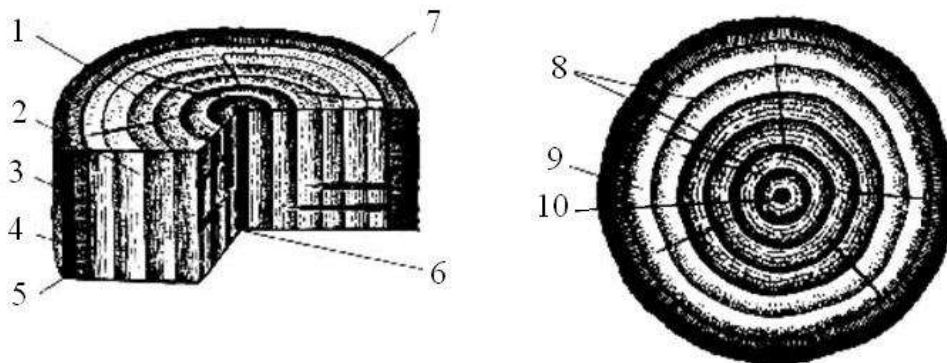


Рис. 60. Разрезы ствола дерева с элементами макроструктуры:
1 – торцовый разрез; 2 – тангенциальный разрез; 3 – пробковый слой;
4 – лубяной слой; 5 – камбий; 6 – сердцевина; 7 – радиальный разрез;
8 – годовые кольца; 9 – заболонь; 10 – ядро

Кора состоит из двух слоев: наружного – пробкового слоя и внутреннего – лубяного слоя. По лубяному слою выработанные в листьях продукты фотосинтеза поступают к корням. Наружный слой служит для защиты дерева от внешних воздействий.

Спелая древесина. Центральная зона ствола, имеющая меньшую влажность, чем периферийная, а по цвету не отличающаяся от нее.

Ядровые породы. Породы, имеющие темноокрашенную центральную зону меньшей влажности, чем периферийная древесина.

Безъядровые породы. Породы с однородной окраской древесины ствола.

Спелодревесные породы. Породы, у которых центральная зона ствола имеет меньшую влажность, чем периферийная, а по цвету не отличается от нее.

Заболонные породы. Породы, у которых центральная зона ствола не отличается от периферийной ни по цвету, ни по содержанию влаги.

Сосуды – элементы структуры, имеющие форму трубок, расположенных в древесине только лиственных пород. По сосудам из корней в крону поднимается вода с питательными веществами. Ширина крупных сосудов изменяется в пределах 0,2–0,4 мм, мелких сосудов – 0,016–0,1 мм. Длина сосудов достигает 10 см. По расположению сосудов в годичном слое различают породы кольцесосудистые и рассеянно-сосудистые. У кольцесосудистых пород (дуб, ясень и др.) крупные сосуды расположены в ранней зоне годичного слоя, а мелкие – в поздней зоне. У рассеянно-сосудистых пород крупные (хурма и др.) или мелкие (береза, осина и др.) сосуды равномерно распределены по годичному слою.

Крупные сосуды. Сосуды, видимые невооруженным глазом на торцовом срезе, диаметром более 0,2 мм.

Мелкие сосуды. Сосуды, не видимые невооруженным глазом на торцовом срезе, диаметром менее 0,2 мм.

Кольцесосудистые породы. Породы, у которых имеются крупные сосуды, располагающиеся в ранних зонах годичных слоев, и мелкие сосуды, располагающиеся в поздних зонах годичных слоев.

Рассеянно-сосудистые породы. Породы, у которых мелкие сосуды равномерно разбросаны по всей ширине годичного слоя.

3.4. Породы древесины

Хвойные породы. В древесине из-за разницы в цвете между ранней и поздней зоной годичных слоев слои хорошо заметны на всех срезах. Ранняя древесина более рыхлая и светлая, а поздняя более темная и плотная. Сердцевинные лучи узкие, почти незаметные на

всех срезах. У некоторых пород имеются смоляные ходы, видимые на продольных срезах в виде темных продольных штрихов [6].

Лиственненные кольцесосудистые породы. Годичные слои хорошо заметны на всех срезах. Крупные сосуды группируются в ранней зоне, образуя сплошное пористое кольцо, а мелкие сосуды сосредоточены в поздней зоне и образуют там различные рисунки в виде точек, черточек, волнистых линий или язычков пламени. Крупные сосуды на продольных срезах имеют вид длинных глубоких бороздок, придающих поверхности шероховатость. У некоторых пород хорошо заметны сердцевинные лучи. Все породы ядровые.

Лиственненные рассеянно-сосудистые породы. Годичные слои едва заметны на всех срезах вследствие однородности строения и окраски ранней и поздней зон годичного слоя. Сосуды равномерно распределены по всей ширине годичного слоя. Переход от ранней зоны к поздней плавный, незаметный. Сердцевинные лучи очень узкие или узкие. Породы ядровые, спелодревесные и заболонные. Часто встречается ложное ядро.

Лиственница. Ядровая порода. Ядро красновато-бурого цвета. Годичные слои отлично видны на всех срезах. Ранняя древесина имеет серо-зеленоватый цвет. Поздняя древесина темно-бурая. Имеются многочисленные мелкие смоляные ходы. Древесина плотная, темная и тяжелая.

Сосна. Ядровая порода. Ядро розоватого цвета. Заболонь широкая желтовато-белого цвета. Ранняя древесина имеет желтовато-белый цвет, а поздняя – светло-коричневый или красновато-бурый. Смоляные ходы крупные, многочисленные, они наблюдаются на продольных срезах в виде серых продольных штрихов.

Древесина средней плотности, высокой прочности.

Ель. Спелодревесная порода. Древесина белая со слабозелтоватым оттенком. Ранняя древесина желтовато-белого цвета, а поздняя – серо-пепельного. Смоляные ходы малочисленные и мелкие, заметны на продольных срезах в виде серых продольных полосок.

Пихта. Спелодревесная порода. Древесина белая со слабозелтоватым оттенком. Ранняя древесина имеет желтовато-белый цвет, а поздняя – серо-пепельный. Ранняя зона значительно шире поздней. Смоляных ходов нет. Древесина очень легкая, малоусыхающая, непрочная, мягкая и хрупкая.

Дуб. Ядровая порода. Ядро бурого цвета, а заболонь – желтовато-белого. Мелкие сосуды в поздних зонах образуют светлые треугольнички. Имеются широкие сердцевинные лучи, видимые на

торцовом срезе в виде блестящих линий, идущих по радиусам. Древесина твердая, плотная, эластичная.

Ясень. Ядровая порода. Ядро светло-бурого цвета. Заболонь широкая, желтовато-серого цвета. Мелкие сосуды образуют в поздней зоне хаотично разбросанные белые точки. Многочисленные сердцевинные лучи узкие и практически не видны. Древесина твердая, тяжелая, упругая, умеренно высыхающая, прочная, вязкая.

Ильм. Ядровая порода. Ядро красновато-бурого цвета. Мелкие сосуды в поздней зоне имеют вид светлых волнистых линий. Многочисленные сердцевинные лучи на радиальном срезе образуют рябоватый рисунок в виде блестящих точек, черточек. Древесина твердая, тяжелая.

Берест. Ядровая порода. Ядро красновато-коричневого цвета. Мелкие сосуды наблюдаются в поздней зоне в виде светлых тангенциальных полосочек. Серцевинные лучи образуют на продольных срезах рябоватый рисунок.

Вяз. Ядровая порода. Ядро светло-бурого цвета, заболонь желтовато-белого. Мелкие сосуды в поздней зоне образуют светлые волнистые линии. Серцевинные лучи узкие, заметны на радиальном срезе.

Береза. Безъядровая порода. Древесина белого цвета с сероватым, желтоватым или красноватым оттенком. Годичные слои едва заметны на всех срезах. Древесина однотонная, однородная, тяжелая, плотная. Иногда образуется ложное ядро розовато-коричневого цвета.

Клен. Безъядровая порода. Древесина желтовато-белого или красновато-белого цвета, однородного строения. Серцевинные лучи образуют на радиальном срезе рябоватый рисунок. Часто формируется ложное ядро, отделяемое по краям тонкой каймой серого цвета с зеленоватым оттенком. Древесина твердая, плотная, гладкая и блестящая.

Бук. Безъядровая порода. Древесина белая с желтоватым оттенком. Серцевинные лучи образуют на тангенциальном срезе штриховой рисунок в виде многочисленных темных продольных штрихов, а на радиальном срезе – рябоватый рисунок. Иногда формируется ложное ядро красновато-бурого цвета. Древесина твердая и тяжелая.

Осина. Безъядровая порода. Древесина белая с желтовато-зеленоватым оттенком. Годичные слои различаются плохо. Древесина однотонная, мягкая, легкая.

Липа. Безъядровая порода. Древесина белая со слабозеленоватым оттенком. Годичные слои различаются нечетко. Серцевинные лучи

узкие, на радиальном срезе они наблюдаются в виде блестящих масляных пятнышек. Древесина однородная, легкая, очень мягкая.

Ольха серая. Безъядровая порода. Древесина розоватого цвета. Годичные слои различаются плохо. Сердцевинные лучи очень узкие, невидимые. Древесина однородная, легкая.

Ольха черная. Безъядровая порода. Древесина розоватого цвета, без рисунка. Сердцевинные лучи узкие, невидимые. Годичные слои различаются. Древесина мягкая, однородная, легкая

Рябина. Ядровая порода. Ядро красновато-коричневого цвета, заболонь – розовато-белого. Годичные слои хорошо заметны на всех срезах. Древесина твердая, тяжелая, блестящая.

Черемуха. Ядровая порода. Ядро рыжеватого-коричневого цвета, заболонь – желтовато-белого. Годичные слои заметные, широкие. Древесина мягкая, легкая.

Граб. Безъядровая порода. Древесина серого цвета. Годичные слои извилистые. Сердцевинные лучи ложноширокие. Древесина твердая, тяжелая, плотная, гладкая, скользкая, мыльная на ощупь.

Тополь. Ядровая порода. Ядро желтовато-бурого цвета неравномерной окраски. Заболонь широкая, серовато-белого цвета. Годичные слои широкие, слабо заметные. Сердцевинные лучи очень узкие. Древесина мягкая.

Орех. Ядровая порода. Ядро коричневатого-серой неравномерной окраски. Заболонь широкая сероватого цвета. Сердцевинные лучи на радиальном срезе образуют полосы, направленные поперек годичных слоев.

3.5. Физические свойства древесины

К физическим свойствам относят свойства, определяющие внешний вид древесины (текстура, цвет, блеск), гигроскопичность, деформативность, плотность, температуропроводность, электропроводность и др.

3.5.1. Внешний вид древесины

Текстура древесины – естественный рисунок на тангенциальных и радиальных разрезах древесины, обусловленный характерным расположением годичных колец и анатомических элементов (рис. 61).

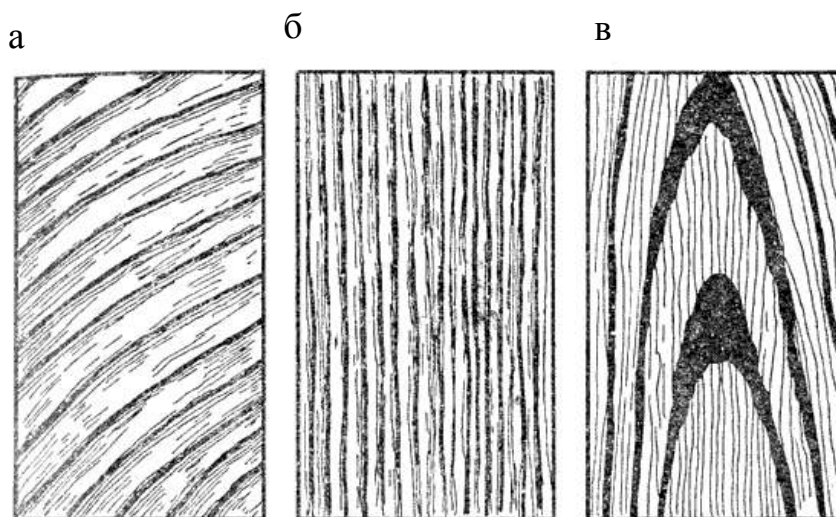


Рис. 61. Текстура древесины сосны на трех разрезах:
а – на поперечном; *б* – радиальном; *в* – тангенциальном

У древесины хвойных пород текстура древесины однообразная, зависит от ширины годичных колец и разницы в окраске ранней и поздней древесины. У древесины лиственных пород текстура разнообразная. Основные анатомические элементы, создающие текстуру древесины, – крупные сосуды, сердцевинные лучи, паренхима и волокна. Декоративные породы: орех, красное дерево, дуб обладают красивыми текстурой и цветом, а также блеском.

Красивую текстуру имеет свилеватая древесина карельской березы. Красивую текстуру получают из дубовых кряжей, распиливая их в радиальном или тангенциальном направлении. У бука, клена, дуба выразительная текстура при радиальном разрезе, у хвойных пород – при тангенциальном разрезе.

По цвету, блеску и текстуре определяют породу древесины.

Цвет древесины. Разные тела, на которые попадает свет, по-разному поглощают и отражают волны электромагнитного излучения в диапазоне видимого света. Например, тела черного цвета (черная дыра) поглощают все электромагнитные волны видимого света. Тела белого цвета отражают часть волн. Эта отраженная часть преобразуется в мозге человека и воспринимается как цвет тела.

Таким образом, цвет древесины – это зрительное ощущение, соответствующее спектральному составу отраженного древесиной светового потока. Примеры цвета некоторых пород древесины приведены ниже.

Цвет зависит главным образом от содержания в древесине экстрактивных веществ. Длина волны λ отраженного света, называемая цветовым тоном, у древесины разных пород различается мало. Значительно больше различия в чистоте цвета P (степени разбавления спектрального цвета белым) и светлоте цвета ρ (коэффициента отражения).

Цвет некоторых пород древесины

- 1 Древесина белой акации часто бывает желтово-ой или зеленоватой, с выделяющимися темными жилками. Вне зависимости от обработки под воздействием воздуха и света древесина значительно темнеет, а текстура её становится выразительнее.
- 2 Граб имеет древесину беловато-серого цвета с зеленоватым оттенком, испещрена сероватыми штрихами, а широкие сердцевинные лучи создают крапчатый рисунок на радиальных разрезах. Текстура мелкая и ровная.
- 3 Древесина амаранта имеет цвет фиолетово-багровый или густо-лиловый. Со временем багрянистый цвет исчезает, и древесина амаранта приобретает красивую темно-коричневую окраску. Эта окраска лишь поверхностная. При удалении тонкого слоя древесины первоначальный цвет восстанавливается и сохраняется до нового окисления. Лаковая окраска сохраняет багряный цвет древесины.
- 4 Древесина бука светлая, почти белая, с желтоватым или красноватым оттенком, а продольный разрез отличается характерными штрихами, составляющими очень красивую текстуру.
- 5 Грецкий орех относится к очень красивым и ценным породам. Его цвет зависит от места произрастания, в особенности от климата и свойств почвы. Заболонь ореха имеет сероватый цвет, иногда с красноватым оттенком и четко отделена от темного ядра, которое может иметь очень разную окраску: от темно-серого до темно-коричневого. На продольном срезе древесины ореха заметен декоративный муаровый узор, а на радиальном – узор из полос. Кроме того, цвет ядровой древесины зачастую неравномерен, за счёт чего получаются поверхности со сложным узором текстуры, цвета и внутренней игрой света.

Например, для ядровой древесины лиственницы $\lambda = 583,5$ нм, $P = 54,0$ %, $\rho = 32,5$ %, спелой древесины пихты $\lambda = 579,6$ нм, $P = 40,1$ %, $\rho = 57,3$ %. Очень яркую окраску имеет древесина тропических пород. Древесина пород умеренного пояса окрашена бледнее. Интенсивность окраски увеличивается с возрастом дерева.

Блеск древесины – способность поверхности древесины направленно отражать световые лучи. Блеск зависит от древесной породы, степени гладкости поверхности и характера освещения. Блеском отличаются радиальные поверхности древесины клена, платана, бука, ильма, дуба, кизила, белой акации, айланта. У этих пород значитель-

ную часть поверхности занимают сердцевинные лучи, состоящие из мелких клеток. Блеск древесины – декоративное свойство, учитывается при определении пород.

3.5.2. Гигроскопичность

Древесинное вещество, образующее стенки клеток, гигроскопично. Оно способно поглощать, сорбировать влагу из воздуха. Гигроскопическая влага удерживается в стенках клеток физико-химическими связями и не может быть выдавлена. Максимальное количество связанной воды в древесине равно 30 % от массы сухого древесинного вещества.

В полостях клеток может находиться свободная влага. Зимой свободная влага может замерзнуть, и лед, образующийся в полостях клеток, влияет на прочность древесины.

Удаление из древесины свободной влаги не изменяет механических свойств древесинного вещества. Удаление гигроскопической (связанной) влаги повышает плотность клеточных стенок. Так, плотность древесинного вещества при влажности $W = 30\%$ равна $1,2 \text{ г/см}^3$, а для абсолютно сухого древесинного вещества всех пород равна $1,53 \text{ г/см}^3$.

Таким образом, *гигроскопичность* – это способность древесины изменять количество связанной влаги в зависимости от изменения температурно-влажностного состояния окружающего воздуха. Предел насыщения клеточных стенок $W_{п.н.}$ в среднем равен 30 % при 20°C от массы сухого древесного вещества. С увеличением в древесине количества связанной влаги происходит разбухание древесины, то есть увеличение размеров и объема древесины. Среднее разбухание древесины при повышении содержания связанной влаги на 1 % влажности называют *коэффициентом разбухания*.

Уменьшение содержания связанной влаги вызывает *усушку древесины*, то есть уменьшение линейных размеров. Среднюю усушку древесины при снижении содержания связанной влаги на 1 % влажности называют *коэффициентом усушки* древесины. Коэффициент усушки

$$K_y = \frac{Y_{\max}}{30},$$

где 30 – среднее значение предела насыщения клеточных стенок, %.

Y_{\max} – максимальная, или полная, усушка, мм.

Определяют максимальную усушку (β_{\max}) по формулам, %:

– для радиального направления

$$\beta_{r \max} = \frac{L_{r \max} - L_{r \min}}{L_{r \max}} \cdot 100; \quad (15)$$

– для тангентального направления

$$\beta_{t \max} = \frac{L_{t \max} - L_{t \min}}{L_{t \max}} \cdot 100; \quad (16)$$

– для направления вдоль волокон

$$\beta_{a \max} = \frac{L_{a \max} - L_{a \min}}{L_{a \max}} \cdot 100; \quad (17)$$

– по объему

$$\beta_v \max = \frac{L_{r \max} L_{t \max} L_{a \max} - L_{r \min} L_{t \min} L_{a \min}}{L_{r \max} L_{t \max} L_{a \max}} \cdot 100, \quad (18)$$

где $L_{r \max}$, $L_{t \max}$, $L_{a \max}$ – размеры образца при влажности, равной или выше предела насыщения клеточных стенок в направлениях соответственно радиальном, тангентальном и вдоль волокон, мм;

$L_{r \min}$, $L_{t \min}$, $L_{a \min}$ – размеры образца в абсолютно сухом состоянии в направлениях соответственно радиальном, тангентальном и вдоль волокон, мм.

Результат округляют с точностью до десятичного знака.

Усушку при уменьшении влажности до нормализованной (β) вычисляют по формулам, в %:

для радиального направления

$$\beta_r = \frac{L_{r \max} - L_r}{L_{r \max}} \cdot 100; \quad (19)$$

для тангентального направления

$$\beta_t = \frac{L_{t \max} - L_t}{L_{t \max}} \cdot 100; \quad (20)$$

для направления вдоль волокон

$$\beta_a = \frac{L_{a \max} - L_a}{L_{a \max}} \cdot 100; \quad (21)$$

по объему

$$\beta_v = \frac{L_{r \max} L_{t \max} L_{a \max} - L_r L_t L_a}{L_{r \max} L_{t \max} L_{a \max}} \cdot 100, \quad (22)$$

где L_r, L_t, L_a – размеры образца при нормализованной влажности в направлениях соответственно радиальном, тангентальном и вдоль волокон, мм.

Нормализованная влажность древесины – равновесная влажность, приобретаемая при $t = 20 \pm 2^\circ \text{C}$ и влажности среды $W = 65 \pm 5\%$ (ГОСТ 23431-79).

Результат округляют с точностью до десятичного знака.

Коэффициент усушки (K_β) на 1 % влажности вычисляют по формулам, %:

– для радиального направления

$$K_{\beta r} = \frac{\beta_{r \max}}{W_n}; \quad (23)$$

– для тангентального направления

$$K_{\beta t} = \frac{\beta_{t \max}}{W_n}; \quad (24)$$

– для направления вдоль волокон

$$K_{\beta a} = \frac{\beta_{a \max}}{W_n}; \quad (25)$$

– по объему

$$K_{\beta v} = \frac{\beta_v \max}{W_n}, \quad (26)$$

где W_n – предел насыщения клеточных стенок древесины, %, принимаемый равным 30 %.

Результат округляют с точностью до второго десятичного знака на 1 % влажности.

3.5.3. Деформативность древесины

Деформативность – способность древесины изменять свои размеры и форму при внешних воздействиях нагрузки, влажности, температуры. Поперечное коробление связано с различной усушкой (разбуханием) древесины в радиальном и тангенциальном направлениях (рис. 62). Его характер зависит от расположения годичных слоев, обусловленных формой поперечного сечения сортимента, а также местом выпилки его из бревна. Продольное коробление связано с некоторыми пороками древесины, например, с крупными сучками, кренью, наклоном волокон. Следствием коробления является порок древесины – покоробленность (поперечная, продольная по пласти и по кромке, крыловатость).

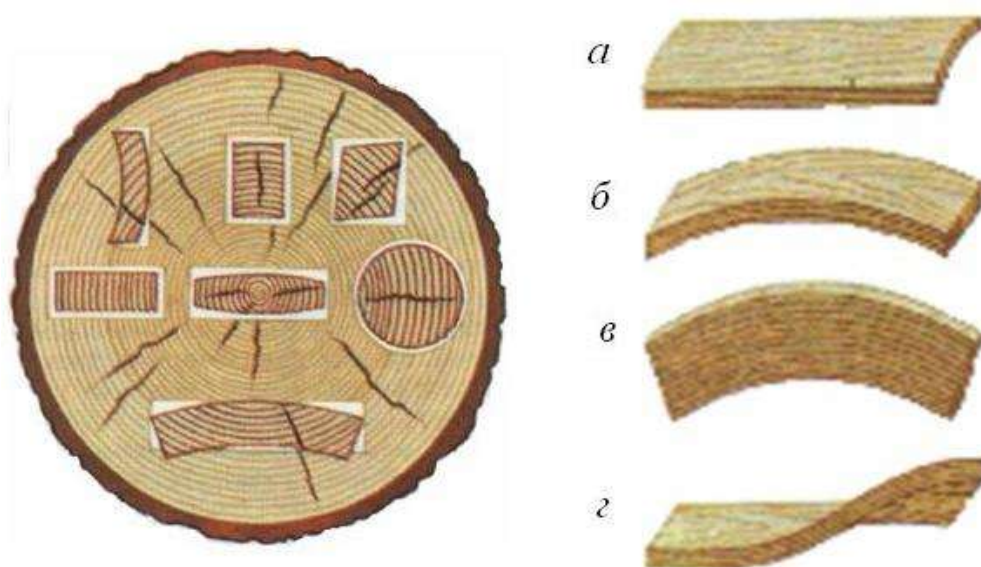


Рис. 62. Место вырезанных образцов и их покоробленность при высыхании:

a – поперечная; *б* – продольная по пласти;
в – продольная по кромке; *г* – крыловатость

Поперечная и продольная покоробленности возникают также из-за нарушения равновесия остаточных напряжений в высушенных пиломатериалах при механической обработке: одностороннем фрезеровании, ребровом делении толстых досок на тонкие.

Продольная покоробленность досок наблюдается при распиловке бревен вследствие остаточных внутренних напряжений роста.

3.5.4. Тепловые свойства древесины

Тепловыми называют такие свойства древесины как теплоемкость, теплопроводность, температуропроводность, тепловое расширение.

Теплоемкость – это способность древесины поглощать (выделять) теплоту при нагревании (охлаждении), а также способность древесины аккумулировать тепло и отдавать его.

Показателем теплоемкости служит *удельная теплоемкость* C , Дж/кг·град, выражающиеся количеством тепла, получаемого 1 кг древесины при нагреве ее на 1 °С:

$$C = \frac{Q}{m\Delta_t}, \quad (27)$$

где Q – количество тепла, полученное деревянным образцом при нагреве, Дж;

m – масса нагреваемого образца, кг;

Δ_t – разность конечной и начальной температуры образца, град.

Поскольку состав древесинного вещества у всех пород одинаков, удельная теплоемкость древесины не зависит от породы. При температуре 0 °С для абсолютно сухой древесины удельная теплоемкость равна 1550 Дж/(кг·°С). С повышением температуры удельная теплоемкость несколько возрастает по линейному закону. С увеличением влажности древесины от 0 до 130 % удельная теплоемкость увеличивается в 2 раза.

Для сухой и свежесрубленной древесины при температуре 20 °С удельная теплоёмкость равняется 1700...2000 и 2600...3000 Дж/(кг·°С) соответственно. От породы древесины удельная теплоёмкость не зависит.

Теплопроводность – способность материальных тел к переносу энергии (теплообмену) от более нагретых частей тела к менее нагретым частям тела. Такой теплообмен происходит во всех телах с неоднородным распределением температур.

Количественно теплопроводность характеризуется *коэффициентом теплопроводности* λ , Вт/м·°С, который выражается количеством тепла в калориях, проходящем в течение часа через пластину площадью 1 м², толщиной 1 м при разности температур с обеих сторон пластин в 1 °С (табл. 17). Коэффициент теплопроводности имеет размерность Вт/(м·°С) = Вт/(м·К).

Известно, что количество тепла, передаваемое деревянной заготовке Q , Дж:

$$Q = \lambda F \tau \frac{\Delta_t}{\Delta_x}, \quad (28)$$

где F – площадь сечения перпендикулярного тепловому потоку, м²;

τ – продолжительность нагрева, с;

Δ_t – перепад температур, °С;

Δ_x – расстояние между начальной и конечной точками нагрева, м.

Мы все знакомы на бытовом уровне с теплопроводностью дерева. Древесина известна своими качествами теплоизоляции. Образ «тёплого» дерева вполне объясним с точки зрения теории теплопроводности. Ощущение теплоты или холода зависит не только от температуры предмета, к которому мы прикасаемся, но и от скорости, с которой он передаёт или отбирает тепло нашей кожи. К примеру, если вы касаетесь холодного металла, то он отбирает тепло в сотни раз быстрее, чем холодное дерево. Хотя их температура и одинакова, ваши ощущения таковы: дерево теплее. Именно поэтому в течение многих столетий дерево используют в качестве материала для изготовления ружейного ложа, сидений и рукояток инструмента.

Древесина обладает слабой теплопроводностью, особенно в сухом состоянии (табл. 18).

С повышением плотности и влажности теплопроводность ее повышается. Так, например, при увеличении влажности древесины с 5 до 15 % коэффициент теплопроводности увеличивается на 10 %. В направлении волокон теплопроводность древесины обычно больше, чем в направлении поперек волокон.

Таблица 18

Теплопроводность различных древесных материалов
(в воздушно сухом состоянии)

Порода древесины, древесный материал	Коэффициент теплопроводности, ккал/м ² час °С м	
	поперек волокон	вдоль волокон
Балинит	0,15	0,20
Дельта-древесина	0,13	0,17
Дуб	0,20	0,35
Ель	0,13	0,31
Клен	0,15	0,37
Сосна	0,13	0,31
Уплотненная древесина	–	0,32

Свойство теплопроводности используют на практике, например, при склеивании деревянных заготовок (рис. 63). Для ускорения процесса склеивания клеевой слой стремятся нагреть и сжать, помещая склеиваемые заготовки между горячими плитами пресса. Используя формулу (28), нетрудно доказать, что чем меньше расстояние в пакете от горячей плиты до клеевого слоя, тем быстрее произойдет прогрев до заданной температуры. Склеиваемые заготовки должны быть тонкими. Так склеивают фанеру, плиты.

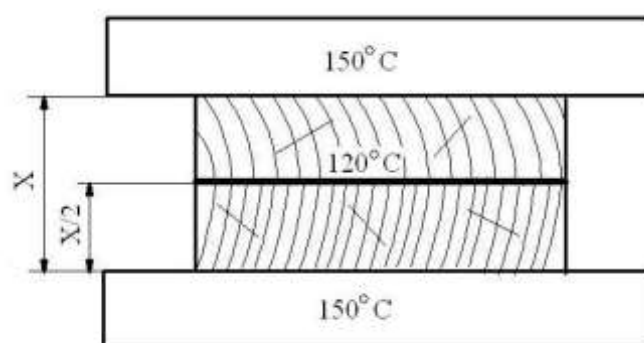


Рис. 63. Положение склеиваемого пакета в плитах пресса

Температуропроводность α характеризует нестационарный перенос теплоты в древесине, то есть ее тепловую инерцию при изменении температуры, и выражается в м²/с:

$$a = \frac{\lambda}{C\rho}, \quad (29)$$

где ρ – плотность древесины, кг/м^3 .

Значение температуропроводности древесины поперек волокон, например сосны с условной плотностью 400 кг/м^3 при температуре $20 \text{ }^\circ\text{C}$, составляет $(1,8-1,9)10^{-7}$ и $(1,5-1,8)10^{-7} \text{ м}^2/\text{с}$ соответственно для сухой, свежесрубленной древесины. При нагреве древесина увеличивается в объеме. Температурный коэффициент линейного расширения α характеризует тепловое расширение древесины и выражается в $1/^\circ\text{C}$. Диапазон изменения α вдоль волокон равен $(2,5-5,4)10^{-6} 1/^\circ\text{C}$, а поперек волокон – на порядок выше, причем в тангенциальном направлении в 1,5–1,8 раза больше, чем в радиальном.

Теплопроводность λ древесины характеризует стационарный перенос теплоты в древесине, то есть ее теплоизоляционную способность, и выражается в $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$. Она возрастает с повышением влажности, температуры и плотности, а также зависит от ее строения (породы) и направления теплового потока. Вдоль волокон теплопроводность примерно в 2 раза выше, чем поперек. Значение λ древесины поперек волокон, например сосны с условной плотностью 400 кг/м^3 при температуре $20 \text{ }^\circ\text{C}$, составляет $0,15...0,19$ и $0,28...0,33 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$ соответственно для сухой, свежесрубленной древесины.

Тепловое расширение древесины характеризуется коэффициентом линейного расширения. Коэффициент линейного расширения у древесины в различных направлениях различен (табл. 19), наименьшее его значение вдоль волокон $(11 \cdot 10^{-7} \dots 65 \cdot 10^{-7}) \text{ град}^{-1}$, наибольшее в тангентальном направлении $(27 \cdot 10^{-6} \dots 61 \cdot 10^{-6}) \text{ град}^{-1}$.

Таблица 19

Коэффициенты линейного расширения древесины

Порода дерева	Коэффициенты линейного расширения в направлении, $\alpha \cdot 10^{-7} \text{ град}^{-1}$			
	продольном α	поперечном α	радиальном α	тангентальном α
1	2	3	4	5
Береза желтая	25	–	272	300
Граб	60	–	–	–
Дуб	36	–	293	419

Ель	54	341	–	–
Каштан	65	325	–	–
Красное дерево	36	405	–	–
Липа	54	444	–	–
Пихта	37	584	–	–
Сосна	51	–	514	–
Тюльпанное дерево	17	–	242	267
Ясень	11	–	–	–

Вдоль волокон коэффициент линейного расширения древесины имеет небольшое значение, а поперек волокон – очень большое.

Изменением размеров древесины от нагревания практически можно пренебречь, так как ввиду незначительности коэффициента линейного расширения оно намного меньше изменений ее размеров от усушки или разбухания.

3.5.5. Плотность древесины

Плотность древесины – отношение массы древесины к ее объему. В зависимости от влажности древесины различают следующие способы выражения плотности: стандартная (нормализованная), или табличная, ρ_{12} (при стандартной влажности 12 %); во влажном состоянии ρ_w ; в абсолютно сухом состоянии ρ_o ; условная $\rho_{усл.}$ (отношение массы абсолютно сухой древесины к объему максимально разбухшей или свежесрубленной). Значение плотности зависит от строения древесины и содержания в ней экстрактивных веществ (смола). Значения плотности изменяются в пределах древесной породы, внутри одного ствола дерева. Средние значения плотности древесины приведены ниже (табл. 20).

Плотность древесинного вещества представляет собой отношение массы вещества, образующего клеточные стенки древесины, к ее объему. Древесинное вещество представляет собой материал клеточных стенок древесины. Плотность древесинного вещества не зависит от породы древесины и равна 1530 кг/м^3 . Плотность древесины из-за наличия в ней пустот, заполненных воздухом, колеблется в пределах от 100 кг/м^3 до 1300 кг/м^3 .

Таблица 20

Плотность пород древесины

Порода	Плотность, кг/м ³			Порода	Плотность, кг/м ³		
	ρ_{12}	ρ_0	$\rho_{\text{усл.}}$		ρ_{12}	ρ_0	$\rho_{\text{усл.}}$
Лиственница	660	630	520	Дуб	690	650	550
Сосна	500	470	400	Береза	630	600	500
Ель	445	420	360	Бук	670	640	530
Кедровая сосна	435	410	350	Осина	495	470	400
Пихта	375	350	300	Ольха	520	490	420

3.5.6. Электрические свойства древесины

Удельное электрическое сопротивление ρ (объемное и поверхностное) зависит от породы, направления волокон (вдоль волокон оно меньше, чем поперек), влажности и температуры. Сухая древесина по значению ρ не уступает лучшим электроизоляционным материалам. С ростом влажности от нуля до точки насыщения клеточных стенок значение ρ резко снижается. С дальнейшим ростом влажности снижение ρ продолжается, но в меньшей мере.

Удельное электрическое сопротивление древесины некоторых пород при 20 °С, Ом·см, приведено в табл. 21.

Таблица 21

Удельное электрическое сопротивление при 20 °С, Ом·см

Порода	Влажность, %			
	0		7	20
	поперек волокон	вдоль волокон	поперек волокон	поперек волокон
Сосна	$2,3 \cdot 10^{15}$	$1,8 \cdot 10^{15}$	$5 \cdot 10^{11}$	$3 \cdot 10^8$
Ель	$7,6 \cdot 10^{16}$	$3,8 \cdot 10^{16}$	$1 \cdot 10^{12}$	$3 \cdot 10^8$
Ясень	$3,3 \cdot 10^{16}$	$3,8 \cdot 10^{15}$	—	—
Граб	$8,0 \cdot 10^{15}$	$1,3 \cdot 10^{15}$	—	—
Клен	$6,6 \cdot 10^{17}$	$3,3 \cdot 10^{17}$	—	—
Береза	$5,1 \cdot 10^{16}$	$2,3 \cdot 10^{16}$	$9 \cdot 10^{11}$	$1 \cdot 10^8$
Ольха	$1,0 \cdot 10^{17}$	$9,6 \cdot 10^{15}$	$9 \cdot 10^{11}$	$6 \cdot 10^8$
Липа	$1,5 \cdot 10^{16}$	$6,4 \cdot 10^{15}$	—	—
Осина	$1,7 \cdot 10^{16}$	$8,0 \cdot 10^{15}$	—	—
Дуб	$1,5 \cdot 10^{16}$	—	$2 \cdot 10^{11}$	$7 \cdot 10^8$

Электрическая прочность древесины – напряженность однородного электрического поля, при которой происходит электрический пробой древесины (табл. 22). Ее определяют отношением пробивного напряжения к толщине образца и измеряют в кВ/мм. Электрическая прочность древесины сравнительно низка. Вдоль волокон она меньше, чем поперек них. С увеличением влажности и температуры электрическая прочность уменьшается.

Таблица 22

Электрическая прочность древесины некоторых пород, кВ/мм

Порода	Направление		
	радиальное	тангенциальное	вдоль волокон
Сосна	5,9(1,4)	7,2(1,5)	1,45(0,76)
Ель	6,0(1,4)	7,2(1,3)	1,35(1,3)
Береза	9,1(1,4)	7,6(1,2)	1,26(0,5)

Примечание. Значения даны для абсолютно сухой древесины (в скобках – при влажности 33 %).

Диэлектрические свойства древесины. Древесина, находящаяся в переменном электрическом поле, проявляет свои диэлектрические свойства, которые характеризуются двумя показателями. Первый из них – *диэлектрическая проницаемость ε* .

Диэлектрическая проницаемость ε количественно равна отношению емкости конденсатора с прокладкой из древесины к емкости конденсатора с воздушным зазором между электродами:

$$\varepsilon = \frac{C_{др}}{C_{вк}} = \frac{\varepsilon_{др}}{\varepsilon_{вк}}. \quad (29)$$

Второй показатель – *тангенс угла диэлектрических потерь $tg\delta$* . Он определяет долю подведенной мощности, которая вследствие дипольной поляризации древесины поглощается ею и превращается в теплоту.

Угол δ называется углом диэлектрических потерь. Чем больше угол δ , тем больше рассеиваемая мощность.

Древесина состоит из клеток веретенообразной формы, вытянутых вдоль ствола. Это разные по назначению клетки: механические (опорные), проводящие, запасающие. Опорные клетки вытянуты в длину с заостренными концами, называют древесными волокнами. Внутри клетки расположена вытянутая узкая полость. Оболочка

клетки состоит из тонких волокон (нитей) скрученных между собой как нити каната. Так обеспечивается их прочность.

Древесина по своей природе является диэлектриком, не проводящим электрического тока. В ней отсутствуют свободные электрические заряды. По своим электрическим свойствам молекулы древесины эквивалентны электрическим диполям, которые в свободном состоянии расположены хаотично. В молекулах древесины центры распределения положительных и отрицательных зарядов не совпадают (рис. 64).

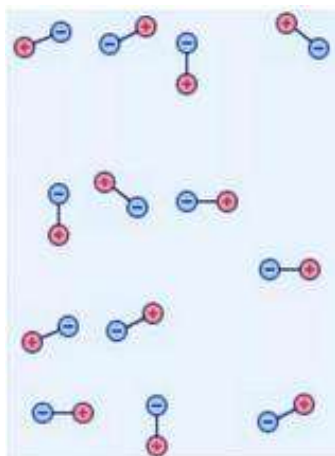


Рис. 64. Молекулы древесины

При помещении диэлектрика во внешнее электрическое поле молекулы своими зарядами стремятся развернуться. Но молекулы скручены между собой как канаты и могут только частично повернуться. Происходит деформация молекул и возникает индуцированный дипольный электрический момент молекул, пропорциональный напряженности поля, а затем происходит поляризация молекул.

Если внешнее электрическое поле создать переменным током высокой частоты, то направление деформации молекул будет следовать за направлением магнитного поля. При этом процесс ориентации сопровождается трением и соударением молекул, затраченная на это работа превращается в тепло.

Чем больше напряжение поля, тем больше угол поворота диполей; чем больше частота тока, тем чаще меняется направление поля, тем чаще молекулы меняют свое положение и тем интенсивнее нагревается диэлектрик. Диэлектрическая проницаемость абсолютно сухой древесины сравнительно мало зависит от ее плотности.

Диэлектрическая проницаемость поперек волокон абсолютно сухой древесины средней плотности составляет примерно 1,8...2,2. Вдоль волокон диэлектрическая проницаемость в 1,5...2,0 раза больше, чем поперек. С повышением влажности древесины диэлектрическая проницаемость увеличивается, так как ϵ воды равняется 81.

Тангенс угла диэлектрических потерь древесины зависит от ее плотности. Поскольку потери в древесинном веществе значительно выше, чем в воздухе, с увеличением плотности древесины $\text{tg}\delta$ возрастает.

тает. Так же, как и диэлектрическая проницаемость, $\operatorname{tg}\delta$ вдоль волокон примерно в 2 раза больше, чем поперек (разницы между тангенциальным и радиальным направлением практически не наблюдается). Повышение частоты влияет на величину $\operatorname{tg}\delta$.

При исследовании диэлектрических свойств в широком диапазоне частот от $3 \cdot 10^2$ до 10^9 Гц были обнаружены весьма сложные зависимости $\operatorname{tg}\delta$ от частоты при разной влажности древесины. Так, например, для древесины бука вдоль волокон при влажности 12 % с повышением частоты $\operatorname{tg}\delta$ вначале резко падает, достигает минимума при частоте 10^5 Гц и затем также резко возрастает.

Диэлектрическая проницаемость ϵ некоторых пород древесины приведена ниже в табл. 23.

Таблица 23

Диэлектрическая проницаемость ϵ

Порода	Ель	Бук	Дуб
Вдоль волокон	3,06	3,18	2,86
В радиальном направлении	1,98	2,20	2,30
В тангенциальном направлении	1,91	2,40	2,46

Выделение тепла диэлектриком, помещенным в поле токов высокой частоты (ТВЧ) используется на практике, например, при сушке древесины (рис. 65), при склеивании деталей (рис. 65) и др.

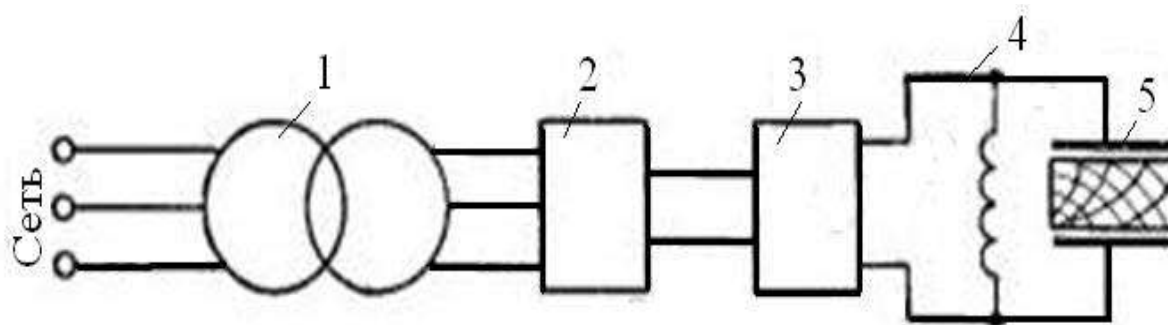


Рис. 65. Нагреватель ТВЧ для сушки древесины:
1 – трансформатор; 2 – выпрямитель; 3 – генератор;
4 – колебательный контур; 5 – конденсатор

При параллельном нагреве клеяые слои параллельны силовым линиям электрического поля (рис. 66, а) и перпендикулярны электродам. В этом случае в основном разогреваются клеяые слои, примерно в 14 раз быстрее, чем древесина. Однако этот способ нагре-

ва возможен только в случае, если ширина клеевого слоя не превосходит 76 мм, а расстояние между электродами не более 300 мм. В противном случае в средней части клеевого слоя будут дефекты

При поперечном нагреве клеевые слои располагают параллельно поверхностям электродов и силовые линии электрического поля направлены перпендикулярно слоям. В этом случае прогревается весь склеиваемый материал. Такой нагрев применяется, например, при производстве фанеры.

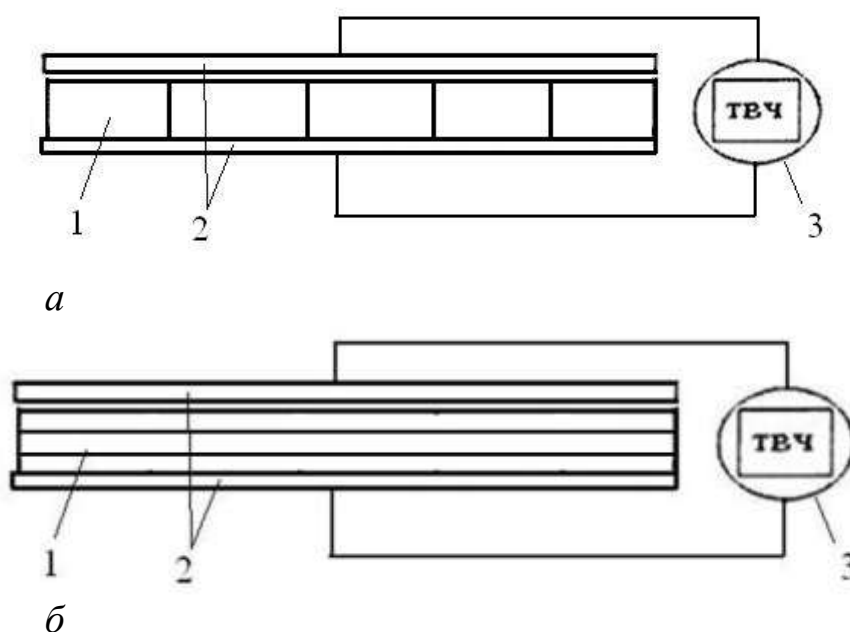


Рис. 66. Нагрев клеевых слоев в поле ТВЧ:

а – поперечное положение склеиваемых заготовок;

б – параллельное положение склеиваемых заготовок;

1 – склеиваемые заготовки; 2 – пластины конденсатора; 3 – генератор

3.5.7. Влажность древесины

Различают абсолютную и относительную влажность древесины.

Абсолютная влажность древесины есть отношение массы содержащейся в древесине влаги к массе абсолютно сухой древесины, выраженная в процентах (табл. 24).

Пример. Образец сырой древесины имеет массу 300 г. После сушки масса образца стала 200 г.

Абсолютная влажность древесины

$$W = \frac{M_w - M_c}{M_c} = \frac{300 - 200}{200} 100 = 50 \% . \quad (30)$$

Таблица 24

Средние значения абсолютной влажности
свежесрубленной древесины

Порода	Абсолютная влажность, %		
	спелой древесины или ядра	заболони	средняя
Сосна, ель	30...40	100...120	60...100
Кедр	35...65	140...200	80...110
Лиственница	40...50	100...120	50...70
Береза	–	70...90	70...90
Осина	–	80...100	80...100
Ясень	35...40	35...40	35...40
Дуб	50...80	70...80	60...80

Относительная влажность древесины есть отношение массы содержащейся в древесине влаги к массе сырой древесины, выраженное в процентах.

Для предыдущего примера

$$W = \frac{M_w - M_c}{M_w} = \frac{300 - 200}{300} 100 = 33 \%$$

На практике чаще всего пользуются параметром относительной влажности древесины. Вода в древесине может быть свободной и связанной. Свободная вода находится в полостях клеток и удерживается в них механически.

Связанная или гигроскопическая вода находится в стенках клеток. В связи с этим принято называть древесину *влажной*, если она содержит только связанную воду, и *сырой*, если она содержит связанную и свободную воду. Предел насыщения клеточных стенок влагой (предел гигроскопичности) принято считать $W_{н.н.} = 30 \%$. Максимальное абсолютное содержание свободной воды зависит от размеров полостей клеток и изменяется $60...70 \leq W_a \leq 200...250\%$. В растущем и свежесрубленном дереве древесина всегда сырая. Влажность ее изменяется в широком диапазоне.

3.5.8. Термическое сопротивление древесины

Термическим сопротивлением древесины называют способность ее препятствовать распространению теплового движения молекул. Это свойство древесины имеет исключительное значение в домостроении.

Сопrotивление теплопередаче представляет собой способность стены толщиной H препятствовать потерям тепла, $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$:

$$R = \frac{H}{\lambda}, \quad (31)$$

где: H – толщина деревянной стены, м;
 λ – коэффициент теплопроводности материала $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$
 (табл. 25).

Таблица 25

Коэффициенты теплопроводности λ древесины различных пород, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$

Порода древесины	λ	Порода древесины	λ
Береза	0,15	Лиственница	0,13
Дуб (поперек волокон).....	0,20	Липа	0,15
Дуб (вдоль волокон).....	0,40	Пихта	0,15
Ель	0,11	Сосна (поперек волокон)....	0,15
Кедр	0,095	Сосна (вдоль волокон).....	0,40
Клен	0,19	Тополь	0,17

При построении дома толщину стены выбирают с учетом климатических условий региона. Так, в Московской области для строительства дома используют брус толщиной 190...195 мм или из бревна диаметром более 22 см. В Свердловской области стену дома можно сделать из бруса толщиной 200 мм или из бревен диаметром 24...32 см. Иногда стены дополнительно утепляют несколькими слоями теплоизоляционных материалов.

Климатические условия. Для определения сопротивления теплопередаче необходимо знать климатические условия в заданном регионе. Эти условия характеризуются величиной температуры наиболее холодной пятидневки, определенной с вероятностью 92 % (t_{92}), средней температуры за отопительный сезон ($t_{\text{отоп. пер}}$) и продолжительностью отопительного сезона ($z_{\text{отоп. пер}}$).

Важной величиной является «градусо-сутки отопительного периода» (ГСОП), которая определяется как [33]:

$$ГСОП = (t_{вв} - t_{\text{отоп. пер}}) z_{\text{отоп. пер}}, \quad (32)$$

где $t_{вв}$ – средняя температура воздуха внутри жилого помещения, принимается равной 20 °С.

Климатические параметры холодного периода года для городов России приведены в работе, для г. Екатеринбурга, например:

– температура наиболее холодной пятидневки, 92 %, °С,

$$t_{92} = 32 \text{ °С};$$

– средняя температура отопительного периода, °С,

$$t_{\text{отоп. пер.}} = -5,4 \text{ °С};$$

– продолжительность отопительного периода, сут.,

$$z_{\text{отоп. пер.}} = 221 \text{ сут.}$$

Базовое, нормированное значение сопротивления теплопередаче $R_{\text{норм}}$ находится так, $\text{м}^2 \cdot \text{°С}/\text{Вт}$:

$$R_{\text{норм.}} = a \cdot ГСОП + b, \quad (33)$$

где a, b – коэффициенты [33], $a = 0,00035$, $b = 1,4$.

Зная нормированное значение сопротивления теплопередаче $R_{\text{норм}}$, по формуле (25) можно найти толщину стены H . Если стена дома сделана из бруса, то толщина стены равна толщине бруса. Если стена сделана из оцилиндрованных бревен, то среднее значение толщины дома равно [33].

$$H_{\text{ср}} = 0,85d .$$

3.5.9. Механические свойства древесины

Механическими свойствами древесины называют ее способность сопротивляться воздействию внешних сил. К ним относятся:

– прочность, характеризуемая пределом прочности, предшествующим разрушению;

– жесткость – способность сопротивляться деформации;

– ударная вязкость – способность при ударе поглощать работу без разрушения;

– твердость – способность сопротивляться проникновению другого твердого тела;

– плотность – количество древесного вещества в 1 м^3 .

Прочность древесины характеризует способность древесины сопротивляться разрушению под действием механических нагрузок.

Различают прочность древесины при сжатии и растяжении вдоль волокон, сжатии, местном смятии и растяжении поперек волокон в радиальном и тангенциальном направлениях, статическом изги-

бе, скалывании вдоль и поперек волокон в радиальной и тангенциальной плоскостях. Испытания древесины на прочность проводят стандартными методами на чистых без пороков малых (базисное сечение 20×20 мм) образцах при статических нагрузках. Показатели прочности приводят к единой влажности 12 %.

Показатели пределов прочности приведены в табл. 26.

Показатели твердости древесины характеризуют способность древесины сопротивляться внедрению в нее более твердых тел (рис. 67). Статическая твердость древесины численно равна усилию для внедрения на глубину 5,64 мм пуансона с полусферическим наконечником диаметром 11,28 мм, отнесенному к площади проекции отпечатка, которая в этом случае равна 1 см^2 . Единица статической твердости древесины – кН/см^2 .

Таблица 26

Пределы прочности древесины некоторых древесных пород, МПа

Параметры	Лиственница	Сосна	Ель	Дуб	Береза	Осина
При сжатии вдоль волокон	64,5	48,5	44,5	57,5	55,0	42,5
При растяжении:						
– вдоль волокон	125,0	103,5	103,0	–	168,0	125,5
– поперек волокон в направлении радиальном	5,6	5,4	5,0	8,0	11,1	7,1
– тангенциальном	5,2	3,5	3,2	6,5	6,5	4,6
При статическом изгибе	111,5	86,0	79,5	107,5	109,5	78,0
При скалывании вдоль волокон:						
– радиальном	9,9	7,5	6,9	10,2	9,3	6,3
– тангенциальном	9,4	7,3	6,8	12,2	11,2	8,6

При испытании образец помещают в приспособление. В верхнюю грань образца вдавливают пуансон на глубину 5,64 мм, а в случае раскалывания образца – на глубину 2,82 мм. Постоянная скорость нагружения или перемещения нагружающей головки машины должна быть такой, чтобы необходимая глубина вдавливания пуансона в образец была достигнута не менее чем через 1 мин. и не более чем через 2 мин. после начала нагружения.

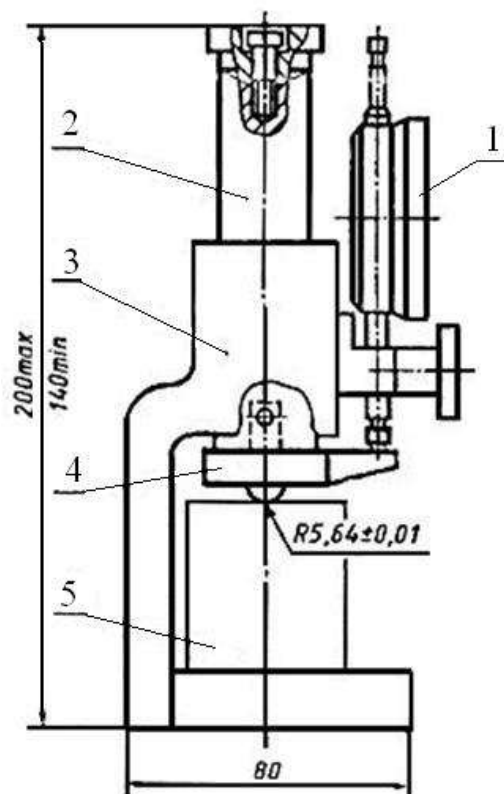


Рис. 67. Устройство для измерения твердости древесины:
 1 – индикатор; 2 – шток; 3 – корпус устройства;
 4 – пуансон съемный; 5 – образец испытуемый

При использовании подачи с электромеханическим приводом допускается вдавливать пуансон с постоянной скоростью от 3 до 6 мм/мин. При достижении указанной глубины вдавливания пуансона в образец определяют нагрузку с погрешностью не более 1 %.

Статическую твердость образца при влажности в момент испытания при заглублении 5,64 мм вычисляют в Н/мм по формуле

$$H_{w'} = \frac{F}{\pi r^2}, \quad (33)$$

где F – нагрузка при вдавливании пуансона в образец, Н;
 r – радиус полусферы пуансона, мм.

При радиусе полусферы 5,64 мм выражение πr^2 равно 100 мм².

Статическую твердость образца при влажности в момент испытания при заглублении 2,82 мм вычисляют в Н/мм² по формуле

$$H_{w'} = \frac{4F}{3\pi r^2}. \quad (34)$$

Твердостью называется способность древесины сопротивляться внедрению в нее более твердых тел. На степень твердости оказывает влияние влажность древесины.

По этому параметру все древесные породы при 12 %-ной влажности можно разделить на три группы:

- мягкие – торцовая твердость 40 МПа и менее (сосна, ель, кедр, пихта, можжевельник, тополь, липа, осина, ольха, каштан);
- твердые – торцовая твердость 40,1–80,0 МПа (лиственница, береза сибирская, бук, дуб, вяз, платан, рябина, клен, лещина, орех грецкий, хурма, яблоня, ясень);
- очень твердые – торцовая твердость более 80 МПа (акация белая, граб, кизил, самшит, фисташка, тисс).

Твердые породы древесины более износостойки по сравнению с мягкими породами. Твердость имеет существенное значение при обработке древесины резанием на станках: при фрезеровании, пилении, строгании, лущении, сверлении и др. Твердость необходима при изготовлении деталей, работающих на истирание, например, деталей полов, лестниц, перил. В производстве паркета и паркетной доски из массива применяют породы с твердостью не ниже средней.

Твердость тангенциальной и радиальной поверхностей различных пород практически одинакова (у дуба, бука и ильма радиальная поверхность тверже тангенциальной на 5–10 %) и меньше твердости торцовой поверхности в среднем на 30 % у лиственных пород и на 40 % у хвойных.

При повышении влажности ее твердость понижается.

Ударную твердость древесины определяют по площади проекции отпечатка от удара стальным шариком диаметром 25 мм при свободном падении его с высоты 500 мм. Значение ударной твердости равно отношению потенциальной энергии шарика к площади проекции отпечатка. Единица измерения ударной твердости – кДж/см².

3.5.10. Акустические свойства древесины

Звук представляет собой механические колебания в упругих средах и характеризуется амплитудой и спектром частот.

Частота колебаний измеряется в герцах: 1 Гц = 1 колебанию в секунду.

Для человеческого уха звук частотой:

- 0,001...17 Гц – инфразвук – не слышен;

– 17...20 Гц (с длиной волны от 20 м до 17 мм) – слышимый звук; частота обычного человеческого голоса 100...300 Гц;

– от 20 кГц до 100 кГц – ультразвук, неслышен.

В среднем скорость звука в древесине вдоль волокон составляет 5000 м/с.

Древесину по проводимости звука характеризуют звукопроводностью, звукоизолирующей и звукопоглощающей способностью, резонансными свойствами.

Скорость распространения звука C определяется по времени распространения упругой волны по длине образца, м/с:

$$C = \frac{l}{\tau}, \quad (35)$$

где l – расстояние между датчиками, установленными по длине образца, м;

τ – время распространения упругой волны, с.

Скорость звука можно определить так, м/с:

$$C = \sqrt{\frac{E}{\rho}}, \quad (36)$$

где E – динамический модуль упругости древесины, Н/м² = Па;

ρ – плотность древесины, кг/м³.

Скорость звука можно определить так, м/с:

$$C = 2lf_0, \quad (37)$$

где l – длина образца (расстояние между датчиками), м;

f_0 – резонансная частота, Гц.

Значения скорости звука и плотности древесины приведены в табл. 27.

Таблица 27

Модули упругости и скорости звука
для некоторых пород древесины

Порода	Плотность, г/см ³	Модули упругости, кПа/см ²		$C_{//}$	C_{\perp}	Отношение $C_{\perp}/C_{//}$
		$E_{//}$	E_{\perp}			
Ель	0,47-483	110000	5500	4790	1072	4,47
Сосна	0,52	120000	4600	4760	932	5,11
Пихта	0,45	110000	4900	4890	1033	4,73
Бук	0,73	160000	150000	4638	1420	3,27
Дуб	0,69	130000	100000	4304	1193	3,61

Скорость звука в сухой древесине значительно больше скорости звука в сырой древесине. С увеличением температуры древесины скорость звука убывает.

Звукоизолирующая способность древесины. Характеризуется ослаблением прошедшего через древесину звука. Оценивается разницей звукового давления (в децибелах) до и после перегородки из древесины и по коэффициенту звукопроницаемости. Коэффициент звукопроницаемости показывает, во сколько раз уменьшается звук за перегородкой (табл. 28).

Таблица 28

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. Отсюда видно, что звукоизолирующая способность массивной древесины сравнительно невысока.

Способность древесины поглощать звук вызвана рассеянием звуковой энергии в структурных полостях и необратимыми тепловыми потерями вследствие внутреннего трения. Для оценки этой способности используют *коэффициент звукопоглощения*. Коэффициент звукопоглощения сосновой перегородки толщиной 19 мм в диапазоне частот 100–4000 Гц находится в пределах 0,081–0,110.

Резонансная способность древесины. Это способность древесины резонировать, т.е. усиливать звук без искажения его высоты (тона). Эта способность древесины широко используется при строительстве акустических залов и изготовлении музыкальных инструментов, точнее основной их звукоизлучающей детали – деки. Хотя в природе немало других материалов, обладающих акустическими свойствами, даже превосходящими древесину по силе излучаемого звука, однако по нежности и тембровой окраске звучания пока не найдено достойного заменителя древесины.

Энергия, передаваемая деке струной, расходуется на трение внутри деки и излучается в виде звуковой энергии в окружающее пространство. Известно, что в окружающий воздух передается только 3...5 % энергии, передаваемой деке.

Дека – это деревянная деталь струнного инструмента, которая передает колебания от струн воздуху, делая звук намного громче, чем издает струна сама по себе. Дека работает по принципу вынужденных колебаний. Она колеблется под влиянием струны, производя звук той же частоты, но с другим тембром.

Корпус гитары, например, состоит из верхней и нижней деки, которые соединены между собой обечайкой.

У пианино резонансная дека представляет собой щит толщиной 10 мм, склеенный из нескольких дощечек, выпиленных из древесины резонансной ели. На обратной стороне деки перпендикулярно волокнам древесины наклеены бруски из древесины ели, называемые рипками.

Гитарная дека имеет толщину 4...5 мм. Делают ее из дощечек толщиной 6 мм и шириной 60 мм радиальной распиловки древесины резонансной ели влажностью 8 % без трещин и сучков с одинаковой шириной годовых колец. Дощечки склеивают по ширине казеиновым клеем или клеем ПВА. После склеивания щит калибруют, выравнивают по толщине, пропуская его через рейсмусовый станок.

Комплекс акустических свойств древесины, определяющих возможность ее использования в качестве материала для изготовления дек музыкальных инструментов, характеризуется скоростью звука, определяемой по формуле

$$K = C = \sqrt{\frac{E}{\rho}}. \quad (38)$$

Этот показатель характеризует главным образом способность материала к звуковому излучению, поэтому его называют константой излучения, или акустической константой K . Те породы древесины, для которых значения константы K максимальны, наилучшим образом подходят для изготовления музыкальных инструментов и для отделки акустических залов.

Наибольшей величиной акустической константы обладает древесина ели, пихты и кедра. Резонансные заготовки согласно ГОСТ 6900-83 должны изготавливаться из древесины с мелкими и равными годичными слоями, без сучков, крени, наклона волокон и других пороков древесины.

Наилучшими резонансными свойствами обладает древесина длительной (50 лет и более) выдержки.

3.5.11. Способность древесины удерживать гвозди

Соединение деревянных деталей в единую сборную конструкцию часто выполняют металлическими гвоздями. При проникновении гвоздя в древесину гвоздь раздвигает волокна древесины, которые, обладая свойством упругости, обхватывают гвоздь со всех сторон и силами трения препятствуют дальнейшему проникновению гвоздя. Соединение на гвоздях получается простым, экономичным и надежным в эксплуатации.

Проведенные многочисленные испытания гвоздевых соединений показывают, что прочность соединения зависит от длины и диаметра забиваемого гвоздя, направления забивания гвоздя (вдоль или поперек волокон древесины), породы древесины соединяемых деталей, влажности древесины.

Наиболее прочное соединение получается при забивании гвоздя в поперечном направлении, перпендикулярно длине волокон древесины. При забивании гвоздя в торец детали, параллельно волокнам древесины, прочность соединения для мягких пород древесины (сосна, ель, осина, ольха) уменьшается на 50 % по сравнению с забиванием гвоздя в поперечном направлении. Для плотных пород древесины, например дуба, различие в прочности становится незначительным и достигает 10 %.

В сухую древесину березы, дуба, ясеня гвозди вбиваются с трудом. Обычно для гвоздя в таком случае сверлят отверстие диаметром 0,7 диаметра гвоздя и глубиной, равной половине длины гвоздя. В противном случае либо треснет древесина, либо гвоздь загнется.

Во влажную древесину гвоздь забивается легко. При этом упругие деформации волокон древесины легко переходят в упругопластические с образованием складок волокон. После высыхания древесины пластически деформированные волокна уменьшают давление на гвоздь, прочность соединения уменьшается. Увеличение диаметра гвоздя приводит к увеличению прочности соединения.

3.5.12. Паропроницаемость древесины

Паропроницаемость – это способность древесины пропускать водяной пар в результате разности парциального давления водяного пара (давление пара при отсутствии других газов в системе) с учетом одинакового атмосферного давления с обеих сторон.

Это величина P , численно равная количеству водяного пара в миллиграммах, проходящего за 1 ч через слой материала площадью

1 м² и толщиной 1 м при условии, что температура воздуха у противоположных сторон слоя одинакова, а разность парциального давления водяного пара равняется 1 Па [34].

Коэффициент паропроницаемости – это величина, которая равна плотности стационарного потока водяного пара, проходящего в изотермических условиях (при постоянной температуре) через слой материала толщиной в один метр в единицу времени при разности парциального давления в 1 Па, обозначается μ , мг/(м·час·Па) [34].

Сопротивление паропроницанию – показатель, характеризующий разность парциальных давлений водяного пара в Паскалях у противоположных сторон изделия с плоскопараллельными сторонами, при которой через стену площадью 1 м² за 1 ч проходит 1 мг водяного пара при равенстве температуры воздуха у противоположных сторон изделия. Это есть величина, численно равная отношению толщины слоя испытываемого материала к значению паропроницаемости, м²·ч·Па/мг:

$$q = \frac{H}{\mu}. \quad (39)$$

Указанные понятия используются при расчете сопротивления паропроницанию, например, стен деревянного дома.

Часто люди, живущие в деревянном доме, утверждают, что в таком доме жить легко, так как стены его «дышат». Материал деревянной стены пропускает не только воздух, но и пар. Действительно, по сравнению с другими строительными материалами древесина обладает хорошей паропроницаемостью (рис. 68).

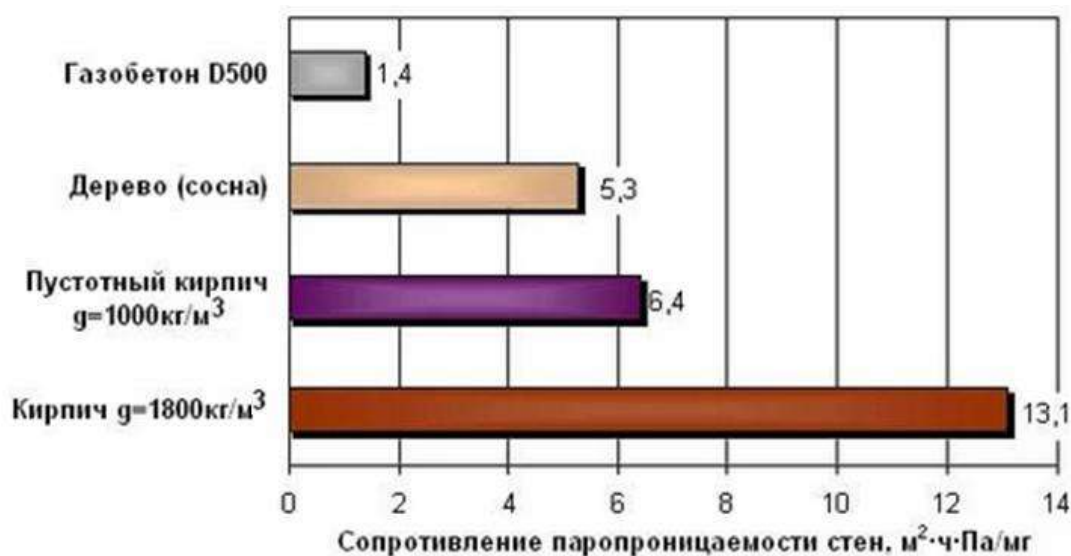


Рис. 68. Сопротивление паропроницаемости стен различных строительных материалов

Сопротивление паропроницаемости стен различных строительных материалов показано в табл. 29.

Древесина сосны и древесные материалы обладают хорошей паропроницаемостью. Кирпич тоже пропускает пары и воздух, но меньше, чем древесные материалы.

Таблица 29

Коэффициент паропроницаемости древесных строительных материалов

Материал	Коэффициент паропроницаемости, мг/(м·ч·Па)
Сосна, ель поперек волокон	0,06
Сосна, ель вдоль волокон	0,32
Дуб поперек волокон	0,05
Дуб вдоль волокон	0,30
Фанера клееная	0,02
ДСП и ДВП, 1000-800 кг/м ³	0,12
ДСП и ДВП, 600 кг/м ³	0,13
ДСП и ДВП, 400 кг/м ³	0,19
ДСП и ДВП, 200 кг/м ³	0,24

Образующийся в доме пар, выдыхаемый человеком, выделяемый при приготовлении пищи, принятии ванной, создает повышенную влажность в доме, его заметно в виде конденсата на стеклах окон. Можно предположить, если стена имеет высокую паропроницаемость, то в доме образуется хороший микроклимат и легко дышится.

На самом деле это не совсем так. Замечено, что 97 % пара удаляется из помещений через вытяжные устройства и только 3 % – через стены. Стены деревянного дома дышат, но незначительно. И при таком дыхании в ветреную холодную погоду из дома выдувается тепло. А ещё дышащие стены менее долговечны. Чем выше паропроницаемость материала, тем больше он может набрать влаги. Пар, выходя из дома через стену, на холоде превращается в воду и даже замерзает, превращается в лед.

Образующийся лед всегда занимает больший объем, чем капельки воды. При расширении льда происходит частичное разрушение материала. Несколько сотен таких циклов приводят к полному

разрушению материала. Поэтому паропроницаемость древесины, используемой в строительстве домов, свойство не только бесполезное, но и вредное.

В идеале конструкцию стены дома нужно проектировать таким образом, чтобы точка замерзания влаги приходилась на такой утеплитель, который защищен от проникновения влаги. В качестве примера такого материала можно привести утеплитель пеноплекс или утеплитель из минеральной ваты с использованием паронепроницаемой пленки, защищающей утеплитель от проникновения влаги (рис. 69).

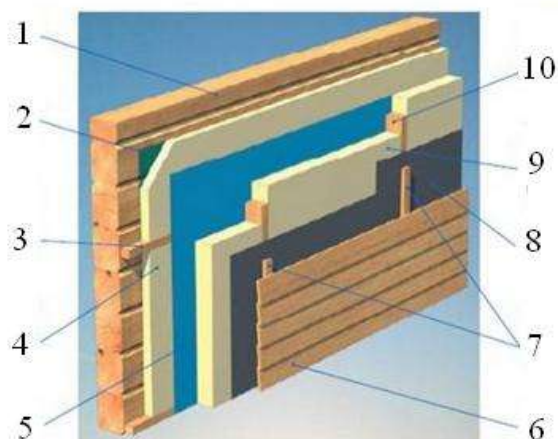


Рис. 69. Схема утепления стены:

- 1 – стена; 2 – слой антисептика; 3 – бруски деревянные; 4 – утеплитель;
5 – паронепроницаемая пленка; 6 – облицовка; 7 – рейки;
8 – ветроизоляционная пленка; 9 – утеплитель; 10 – бруски вертикальные

Контрольные вопросы и задания

1. Расскажите о строении дерева и древесины.
2. Назовите отдельно хвойные и лиственные породы древесины.
3. Какие свойства древесины называют физическими?
4. Расскажите о гигроскопичности и деформативности древесины.
5. Приведите примеры использования теплопроводности древесины на практике.
6. Расскажите о диэлектрическом свойстве древесины. Как это свойство используется на практике?
7. Расскажите о механических свойствах древесины.
8. Какая древесина называется акустической? Как работает дека струнного музыкального инструмента?
9. Что такое паропроницаемость, коэффициент паропроницаемости? Размерность.
10. В чем вред паропроницаемости?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Прешкин, Г.А. Нормативы оценки лесных благ: проблемы, решения / Г.Е. Прешкин. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2011. – 319 с.
2. Уласовец, В.Г. Организация и технология лесопильного производства / В.Г. Уласовец. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2001. – 294 с.
3. Азаренок, В.А. Основы технологии лесопиления на предприятиях лесного комплекса / В.А. Азаренок, Г.Н. Левинская, Б.Е. Меньшиков. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2002. – 279 с.
4. Сыцко В.Е. Товароведение непродовольственных товаров: учебник / В.Е. Сыцко, М.И. Дрозд, Г.С. Храбан и др. – Издательство «Высшая школа», 2005. – 670 с.
5. ГОСТ Р 51303-2013 Торговля. Термины и определения. – М.: Стандартинформ, 2014. – 25 с.
6. Потыкалова, М.В. Лесное товароведение с основами древесиноведения / М.В. Потыкалова. – Архангельск: Арханг. гос. техн. ун-т, 2009. – 129 с.
7. ГОСТ 15467-79 Управление качеством продукции. Основные понятия, термины и определения. – М.: Стандартинформ, 2009. – 35 с.
8. Леонтьев, Л.Л. Древесиноведение и лесное товароведение / Л.Л. Леонтьев. – СПб.: Издательство «Лань», 2017. – 416 с.
9. ГОСТ 16483.17-81 Древесина. Метод определения статической твердости. – М.: Издательство стандартов, 1999. – 10 с.
10. Эксплуатационные и технологические свойства древесины. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.activestudy.info/ekspluatacionnye-i-technologicheskie-svojstva-drevesiny/>
11. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. Свод правил.
12. Глебов, И.Т. Технология деревообработки. Термины и определения: учебное пособие / И.Т. Глебов, В.Е. Рысев – Екатеринбург: УГЛТУ, 2005. – 220 с.
13. ГОСТ 32714-2014 Лесоматериалы. Термины и определения. – М.: Стандартинформ, 2015. – 40 с.
14. ГОСТ Р 50583-93 Материалы композиционные полимерные. Номенклатура показателей. – М.: Издательство стандартов, 1993. – 12 с.
15. ГОСТ 21178-2006 Заготовки клееные. Технические условия (с Поправкой) – М.: Стандартинформ, 2006. – 20 с.

16. Глебов, И.Т. Оборудование для склеивания древесины / И.Т. Глебов, В.Г. Новоселов. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2000. – 142 с.
17. ГОСТ 10632-2014. Плиты древесностружечные. Технические условия. – М.: Издательство стандартов, 2015. – 10 с.
18. Судьев, Н.Г. Лесохозяйственный справочник для лесозаготовителя / Н.Г. Судьев, Б.Н. Новиков., Л.Н. Рожин – М.: Лесн. пром-сть, 1989. – 328 с.
19. ГОСТ Р 54365-2011 Лесоматериалы круглые. Метод измерения объема по верхнему диаметру и сбегу. – М.: Стандартинформ, 2012. – 19 с.
20. ГОСТ Р 52117-2003 Лесоматериалы круглые. Методы измерений – М.: Издат-во стандартов, 2003. – 51 с.
21. ГОСТ 2292-88 Лесоматериалы круглые. Маркировка, сортировка, транспортирование, методы измерения и приемка – М.: Стандартинформ, 2005.
22. ГОСТ 9462-88. Лесоматериалы круглые лиственных пород. Технические условия. – М.: Издательство стандартов, 2010. – 10 с.
23. ГОСТ 9463-88. Лесоматериалы круглые хвойных пород. Технические условия. – М.: Издательство стандартов, 2004. – 10 с.
24. Подкорытов В.И. Проект правил сортиментации и оценки качества древесины в круглом виде/ В.И. Подкорытов. – Киев, 2013. – 44 с.
25. ГОСТ 2140-81. Видимые пороки древесины. Классификация, термины и определения, способы измерения. – М.: Издательство стандартов, 2082. – 70 с.
26. ГОСТ 20022.1-90. Защита древесины. Термины и определения. – М.: Издательство стандартов, 1990. – 33 с.
27. ГОСТ 9014.1-78. Лесоматериалы круглые. Хранение. Защита дождеванием. – М.: Издательство стандартов, 1978. – 16 с.
28. ГОСТ 9014.0-75 Лесоматериалы круглые. Хранение. Общие требования. – М.: Издательство стандартов, 1985. – 22 с.
29. ГОСТ 3808.1-80. Пиломатериалы хвойных пород. Атмосферная сушка и хранение. – М.: Стандартинформ, 2009. – 18 с.
30. ГОСТ 20022.6-93. Защита древесины. Способы пропитки. – М.: Издательство стандартов, 2002. – 32 с.
31. Кане, М.М. Системы, методы и инструменты менеджмента качества: учебник для вузов / М.М. Кане, Б.В. Иванов, В.Н. Корешков, А.Г. Схиртладзе. – СПб.: Питер, 2009. – 560 с.
32. Основы древесиноведения и лесного товароведения: метод. указания. – М.: УМЦ, п. Правдинский, 2012. – 28 с.

33. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99. Свод правил.

34. ГОСТ 25898-2012 Материалы и изделия строительные. Методы определения паропроницаемости и сопротивления паропроницанию. – М.: Издательство стандартов, 2012. – 22 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Часть 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТОВАРОВЕДЕНИЯ	4
1. Товароведение как наука и учебная дисциплина	4
1.1. Понятие товароведения	4
1.2. Предмет, цели и задачи товароведения	7
1.3. Принципы товароведения	8
1.4. Стандартизация, нормирование и оценка соответствия	10
1.4.1. Основы стандартизации	10
1.4.2. Качество лесных товаров	12
1.4.3. Классификация товаров	13
1.5. Потребительские свойства древесных материалов	15
1.5.1. Прочность древесины	16
1.5.2. Твердость древесины	18
1.5.3. Износостойкость древесины	20
1.5.4. Водостойкость древесины	22
1.5.5. Стойкость к агрессивным средам	23
1.5.6. Теплозащитные свойства древесины	24
1.5.7. Долговечность и эстетичность древесины	25
1.5.8. Безвредность	26
Часть 2. ЛЕСНОЕ ТОВАРОВЕДЕНИЕ	28
2.1. Древесные материалы	28
2.1.1. Термины и определения	28
2.1.2. Классификация лесных товаров	29
2.1.3. Классификация круглых лесоматериалов	29
2.1.4. Классификация пиломатериалов	31
2.1.5. Строганые и лущеные лесоматериалы ...	33
2.1.6. Колотые лесоматериалы	35
2.1.7. Классификация измельченной древесины	36
2.1.8. Машины для изготовления измельченной древесины	39
2.2. Композиционные древесные материалы	43
2.3. Характеристика клееной древесины	44

2.4. Древесные плиты	49
2.4.1. Древесностружечные плиты	49
2.4.2. Плиты с ориентированной стружкой	50
2.4.3. Плиты цементно-стружечные	52
2.5. Плиты древесноволокнистые	55
2.5.1. Общая характеристика плит	55
2.5.2. Станки для размола древесины	57
2.5.3. Рафинер-мельница	57
2.5.4. Мокрый способ производства плит	59
2.5.5. Сухой способ производства плит	61
2.5.6. Плиты МДФ	62
2.6. Товары химической переработки древесины	63
2.6.1. Товары термического разложения древесины	63
2.6.2. Товары целлюлозно-бумажного производства	65
2.6.3. Товары гидролизной переработки древесины	66
2.7. Обмер, учет и маркировка лесоматериалов	67
2.7.1. Обмер высоты деревьев	67
2.7.2. Учет круглых лесоматериалов	70
2.7.3. Общие сведения об измерении диаметра бревен	71
2.7.4. Поштучные методы измерений и определения объема круглых лесоматериалов	72
2.7.5. Групповые методы измерений и определения объема круглых лесоматериалов	73
2.7.6. Сортировка круглых лесоматериалов	75
2.7.7. Маркировка круглых лесоматериалов	80
2.7.8. Определение объема пиломатериалов	81
2.7.9. Определение объема измельченной древесины	83
2.8. Пороки древесины	84
2.9. Сортообразующие пороки круглых лесоматериалов	87
2.10. Хранение лесных товаров	96
2.10.1. Штабели круглых лесоматериалов	96
2.10.2. Хранение древесины	98

2.10.3. Способы хранения круглых лесоматериалов	100
2.10.4. Защита дождеванием	101
2.10.5. Хранение древесины затоплением	102
2.10.6. Хранение и защита пиломатериалов	103
2.10.7. Пропитка древесины антисептиками	105
2.11. Маркетинг лесных товаров	107
2.11.1. Закон Парето или Принцип 80-20	107
2.11.2. Частота проведения ABC-анализа	112
2.12. Сортировка лесоматериалов	112
2.12.1. Сортировка сырья по качеству	112
2.12.2. Примеры решения задач	118
Часть 3. ОСНОВЫ ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЯ	125
3.1. Строение дерева	125
3.2. Строение древесины	126
3.3. Макроструктура древесины	128
3.4. Породы древесины	131
3.5. Физические свойства древесины	134
3.5.1. Внешний вид древесины	134
3.5.2. Гигроскопичность	137
3.5.3. Деформативность древесины	140
3.5.4. Тепловые свойства древесины	141
3.5.5. Плотность древесины	145
3.5.6. Электрические свойства древесины	146
3.5.7. Влажность древесины	150
3.5.8. Термическое сопротивление древесины	151
3.5.9. Механические свойства древесины	153
3.5.10. Акустические свойства древесины	156
3.5.11. Способность древесины удерживать гвозди	160
3.5.12. Паропроницаемость древесины	160
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	164

Электронный архив УГЛТУ

Учебное издание

Иван Тихонович Глебов

**ЛЕСНОЕ ТОВАРОВЕДЕНИЕ
С ОСНОВАМИ ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЯ**

ISBN 978-5-94984-668-1



9 785949 846681

Редактор Н.В. Рощина
Оператор компьютерной верстки О.А. Казанцева

Подписано к использованию 27.06.2018

Формат 60x84 1/16

Уч.-изд. л. 9,17

Усл. печ. л. 10,0

Тираж 300 экз. (Первый завод 50 экз.)

Заказ №

ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»
620100, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37
Тел.: 8(343)262-96-10. Редакционно-издательский отдел

Типография ООО «ИЗДАТЕЛЬСТВО УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЦЕНТР УПИ»
620062, РФ, Свердловская область, Екатеринбург, ул. Гагарина, 35а, оф. 2
Тел.: 8(343)362-91-16