**СОДЕРЖАНИЕ**

Вступление

1 Общая характеристика древесины

1.1 Строение дерева

1.2 Макроскопическое строение древесины

1.3 микроскопическое строение древесины

2 Основные свойства древесины

2.1 Химические свойства древесины

2.2 Физические свойства древесины

2.3 Механические свойства древесины

3 Материалы, получаемые из древесины

3.1 Круглые лесоматериалы

3.2 Пиленые лесоматериалы (пилопродукция)

3.3 Строганные, лущеные, колотые лесоматериалы, измельченная древесина

3.4 Композиционные древесные материалы и модифицированная древесина

Выводы

Перечень использованных источников

**ВСТУПЛЕНИЕ**

Огромные пространства нашей планеты покрывают леса, они занимают около одной трети суши. Основным продуктом леса является древесина. По типу лесной растительности различают хвойные леса теплого умеренного климата, экваториальные дождевые леса, тропические влажные лиственные леса, леса сухих областей.

Древесина очень давно используется для строительства жилищ, изготовления предметов домашнего обихода, для средств транспорта и разных изделий. Со временем наряду с древесиной в строительстве стали применяться металл, цемент, черепица, стекло, пластические массы.

Несмотря на это, объем переработки древесины, постоянно растет, увеличивается выработка и переработка пиломатериалов. Потребление пилопродукции будет увеличиваться в домостроении, для производственных и бытовых нужд, в строительстве конструкций разной сложности и размеров, на ремонтных и эксплуатационных работах, в производстве мебели, тары и упаковки.

Многообразное использование древесины объясняется редкостным сочетанием в ней многих ценных свойств. Древесина представляет собой прочный и одновременно легкий материал, обладающий хорошими теплоизоляционными свойствами, способностью без разрушения поглощать работу при ударных нагрузках, гасить вибрации. Она легко обрабатывается режущими инструментами, склеивается, удерживает металлические и другие крепления. Древесина используется после переработки в виде пиломатериалов, целлюлозы, фанеры, бумаги, картона, древесноволокнистых и древесностружечных плит. Древесина – прекрасный конструкционный материал, и она находит применение в машиностроении. Из древесины изготовляют шпалы, мебель и спички, музыкальные инструменты, тару и спортивный инвентарь. Она является исходным сырьем для получения путем химической переработки кордных волокон для шинной промышленности, вискозного волокна, кормовых дрожжей, лекарственных препаратов и пр.

Однако древесина имеет и ряд недостатков: изменчивость свойств в направлении вдоль оси ствола и поперек; обладает гигроскопичностью, что приводит к увеличению ее массы и уменьшению прочности, а при высыхании древесина уменьшается в размерах (происходит усушка); она растрескивается и коробится; поражается грибами, что приводит к гниению; древесина способна гореть. Перечисленные недостатки в значительной мере устраняются путем химической и химико-механической переработки древесины в листовые и плитные материалы – бумагу, картон, древесностружечные и древесноволокнистые плиты, фанеру и др.

Чтобы улучшить внешний вид и защитить изделия от воздействия окружающей среды используются все виды обработки ее поверхности. К таким видам обработки относятся резьба и выжигание, инкрустация, золочение, оклеивание отделочными пленками, покрытие лакокрасочными материалами и др.

Развитие техники отделки древесины имеет многовековую историю. Древесина была одним из первых материалов, которым человек стал пользоваться для изготовления орудий охоты и труда. Стремление украсить и защитить от разрушения эти орудия должно было зародиться у человечества на самых ранних стадиях развития культуры.

Все же техника отделки древесины вплоть до XX века развивалась очень медленно, а отделочные материалы (пленкообразователи, пигменты, красители) были почти исключительно естественного происхождения.

Техника нанесения и обработка лакокрасочных покрытий оставалась ручной значительно дольше, чем, например, обработка древесины резанием. Лишь с начала XX века наблюдаются попытки использования механизмов для шлифования лакокрасочных покрытий и нанесения политуры. Более значительные изменения произошли после первой мировой войны, когда во все возрастающих количествах для отделки древесины стали применять нитроцеллюлозные лаки и эмали и первые лаки на синтетических фенолформальдегидных и затем глифталевых смолах.

Одновременно с нитроцеллюлозными лаками и красками широкое распространение получило пневматическое распыление вместо господствовавшего до этого ручного нанесения покрытий тампоном и кистью.

В мебельной промышленности впервые нитроцеллюлозные лаки и нанесение их распылением были внедрены в 1929 году на мебельной фабрике им.Халтурина в Ленинграде.

В этот же период стали появляться станки и механизированные аппараты для шлифования и полирования покрытий пастами, станки для нанесения политуры, вальцовые и щеточные станки.

Еще более значительные изменения в технике отделки древесины произошли после Великой Отечественной войны. Успехи химии полимеров привели к появлению в этот период целой серии новых лакокрасочных материалов на основе синтетических смол: алкидно-мочевино-формальдегидных; полиэфирных, эпоксидных, полиуретановых и др.

Характерная особенность большинства новых лаков – образование ими покрытий не в результате процессов простого испарения растворителей, как например у шеллачных и нитроцеллюлозных лаков, а в результате химических превращений, происходящих после нанесения лака на поверхность древесины. Получающиеся покрытия по своей стойкости к действию многих реагентов значительно превзошли покрытия из известных ранее пленкообразователей. Поэтому уже в пятидесятые и шестидесятые годы в производстве мебели широкое применение получили полиэфирные лаки и эмали, а в производстве спортивного инвентаря и строительных деталей алкидно-мочевино-формальдегидные лаки и эмали.

В это время наряду с жидкими лакокрасочными материалами для отделки древесины стали применять пленочные материалы в виде пропитанной термоактивными смолами бумаги с напечатанной на ней текстурой древесины.

Развитие производства древесных (стружечных и волокнистых) плит и их использование в корпусной мебели и других изделиях из древесины способствуют упрощению конструкции последних и механизации процессов отделки простых плоских поверхностей. Поэтому уже с середины 50-х годов начинается переход от отделки собранных изделий к отделке их узлов и деталей до сборки. Конструктивная простота таких узлов и деталей создает предпосылки для широкого применения новых механизированных способов нанесения лакокрасочных и пленочных материалов и обработки нанесенных покрытий.

В середине 50-х годов появились так называемые лакообливочные машины, сделавшие буквально революцию в технике нанесения лакокрасочных материалов на плоские поверхности изделий. По сравнению с широко распространенным пневматическим распылением эти машины позволили не только в несколько раз повысить производительность, но и значительно снизить потери лакокрасочных материалов.

В 60-х годах лакообливочные машины становятся основным оборудованием для нанесения лакокрасочных материалов в производстве корпусной мебели. Широкое распространение в это время нашли также вальцовые станки, распыление и осаждение лакокрасочных материалов на изделия в электрическом поле высокого напряжения, ленточные шлифовальные и барабанные полировочные станки для облагораживания покрытий.

Для отделки мебели и строительных деталей используются автоматические и полуавтоматические линии, ведется разработка способов быстрого отверждения покрытий с помощью различного вида излучений (инфракрасного, ультрафиолетового, ускоренных электронов).

В целом техника отделки древесины лакокрасочными и пленочными материалами в настоящее время достигла довольно высокого уровня и находится в стадии дальнейшего развития и совершенствования

Введение в древесину антисептиков, антипиренов, смол, а также пластификация и прессование позволяют улучшить свойства натуральной древесины и получить био- и огнестойкие материалы, обладающие повышенной прочностью, износостойкостью и формоустойчивостью, антифрикционными и другими необходимыми технологическими и эксплуатационными свойствами.

Немалую роль при оценке древесины как материала будущего играют ее неповторимые эстетические свойства. Даже отработанная древесина имеет преимущество перед другими материалами, легко поддаваясь биологическому разложению и не загрязняя окружающую среду.

В данной курсовой работе излагаются сведения об особенностях макроскопического строения древесины, ее химических, физических и механических свойствах, а также о материалах, которые получают из древесины.

**1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДРЕВЕСИНЫ**

**1.1 Строение дерева**

Древесина состоит из элементарных клеток, разнообразных по размерам и форме. Они прочно связаны между собой. Полости клеток могут быть заполнены смолами, камедями, тиллами, водой. Из клеток образуются сосуды, сердцевинные лучи, создается древесная масса.

Взрослое дерево имеет ствол, крону и корни (рисунок 1.1)

Ствол. Ствол связывает корневую систему с кроной дерева. Он проводит воду с растворенными минеральными веществами вверх (восходящий ток), а с органическими веществами – вниз к корням (нисходящий ток); хранит запасные питательные вещества; служит для размещения и поддержания кроны. Ствол дает основную массу древесины (от 50 до 90% объема всего дерева) и имеет главное промышленное значение. Верхняя тонкая часть ствола называется вершиной, нижняя толстая часть – комлем.

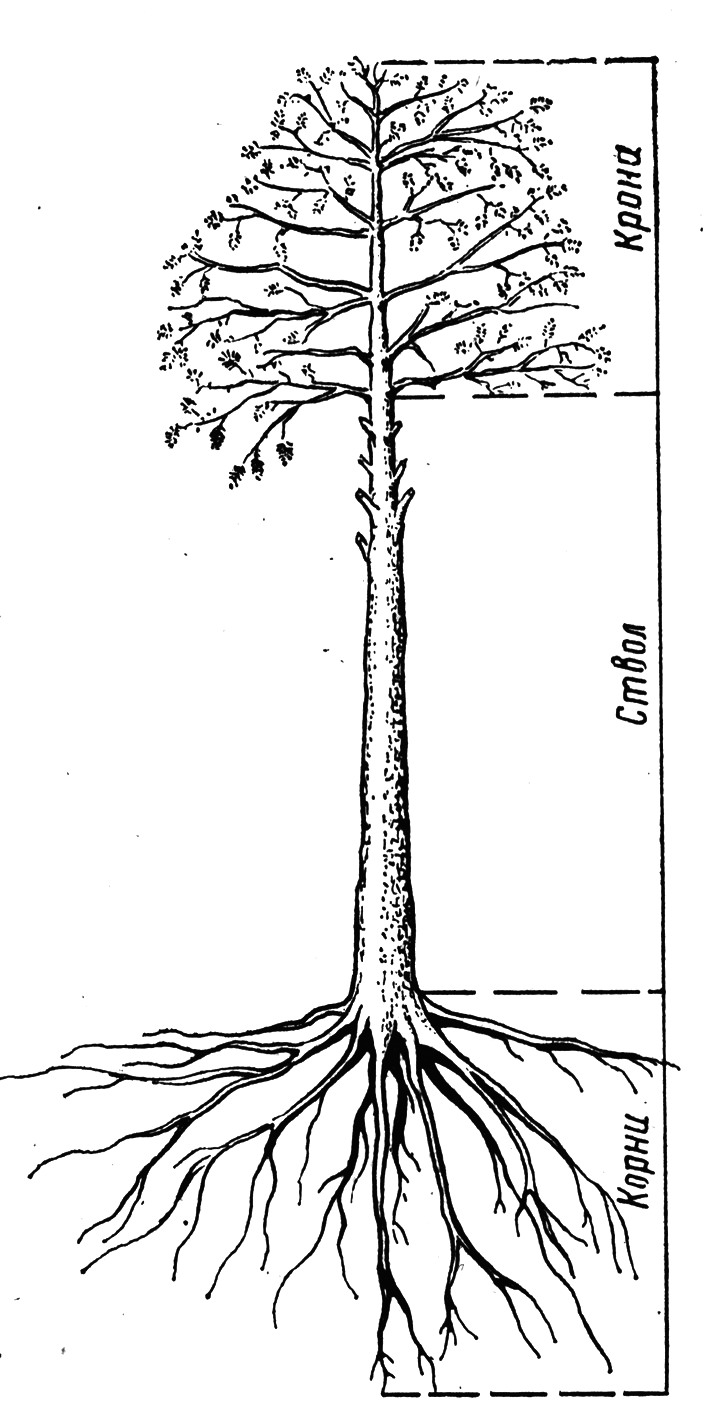


Рисунок 1.1- Части растущего дерева

Камбий – это живая образовательная ткань, функционирующая у древесных растений в течение десятков, сотен и даже тысяч лет. В умеренном климатическом поясе наибольшая активность его наблюдается весной и летом. Зимой камбий бездействует. Этим обуславливается слоистое строение ствола дерева. Ствол также служит для размещения и поддержания кроны. Ствол дает большую массу древесины (от 50 до 90 % объема дерева) и имеет главное промышленное значение.

Ствол изучают на трех главных разрезах: поперечном, и двух продольных – радиальном и тангенциальном (рисунок 1.2). Плоскость поперечного, или торцевого, разреза перпендикулярна оси ствола. Плоскость одного из продольных разрезов проходит через сердцевину ствола по радиусу торца – радиальный разрез, плоскость другого разреза – тангенциального – направлена по касательной к окружностям, образованным слоями годичного прироста. На поперечном разрезе можно указать радиальные и тангенциальные направления, а на продольных разрезах направления вдоль волокон и радиальное или тангенциальное.

Основные анатомические части ствола легко обнаружить на его поперечном разрезе. Наружная часть – кора резко отличается по внешнему виду от внутренней части – древесины, занимающей наибольший объем ствола. Древесина окружает небольшую центральную зону – сердцевину. Расположенный между древесиной и корой слой камбия для простого глаза незаметен.

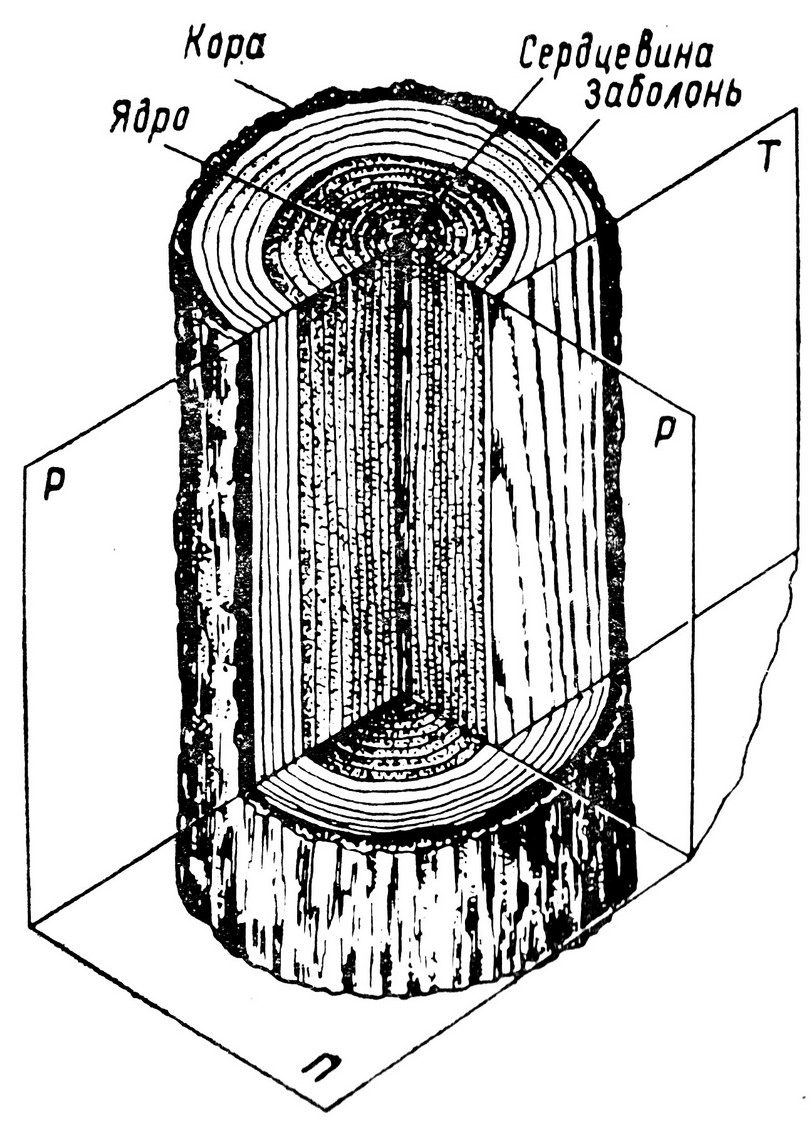


Рисунок 1.2 – Основные части ствола и главные разрезы: П – поперечный, Р – радиальный, Т – тангенциальный

Сердцевина сравнительно редко находится в геометрическом центре сечения ствола, обычно она более или менее смещена в сторону. Сердцевина на поперечном разрезе имеет вид темного пятнышка диаметром 2-5 мм (у бузины достигает 1 см). У одних пород она имеет овальную или округлую форму, у других – треугольную (ольха), четырех- и пятиугольную (ясень и тополь) и звездчатую (дуб). Сердцевина сравнительно редко находится в геометрическом центре сечения ствола, обычно она более или менее смещена в сторону. На продольном радиальном разрезе сердцевина имеет вид узкой коричневой прямой у хвойных пород или извилистой полоски у лиственных пород.

Древесина занимает наибольшую часть объема ствола. Диаметр ствола изменяется в широких пределах, примерно от 6-8 до 100 см. Форма поперечного сечения ствола и, следовательно, древесины чаще всего близка к окружности, но иногда сечение приобретает форму эллипса. Диаметр уменьшается по высоте ствола. В верхней части ствола древесину пронизывают сучки, представляющие собой остатки ветвей.

Кора покрывает снаружи камбий и древесину. На поперечном разрезе ствола она имеет форму кольца, окрашенного обычно значительно темнее древесины (рисунок 1.2). В толстой коре взрослых деревьев различают два слоя с постепенным или резким переходом от одного к другому: наружный – корку (его назначение предохранять живые ткани ствола от резких колебаний температуры, испарения влаги, проникновения грибов, бактерий и механических повреждений) и внутренний слой – луб, непосредственно прилегающий к камбию. Назначение луба – проводить вниз по стволу образующиеся в листьях органические питательные вещества. У молодых деревьев кора гладкая, иногда покрытая тонкими опадающими чешуями; при утолщении ствола в коре появляются трещины, которые с возрастом дерева углубляются. По характеру поверхности кора может быть гладкой (пихта), бороздчатой (дуб), чешуйчатой (сосна), волокнистой (можжевельник) и бородавчатой (бересклет). Цвет коры снаружи изменяется в широких пределах: от белого (береза), светло-серого (пихта), зеленовато-серого (осина) до серого (ясень), темно-серого (дуб), или темно-бурого (ель). С каждым годом толщина коры увеличивается. Однако вследствие малой величины годичного прироста и постепенного отпада наружных слоев в виде чешуй кора никогда не достигает такой толщины, как древесина. Относительный объем коры в стволе (без сучьев) для основных пород приведен в таблице 1.1 [1].

Таблица 1.1 – Относительный объем коры в стволе

|  |  |
| --- | --- |
| Порода | Объем коры, % |
| Лиственница | 22-25 |
| Сосна | 10-16 |
| Ель | 6-13 |
| Кедр | 6-10 |
| Пихта | 11-19 |
| Дуб | 14-21 |
| Бук | 7-11 |
| Липа | 12-16 |
| Осина | 11-20 |

Как видно из приведенных данных в таблице 1.1, объем, занимаемый корой, колеблется в пределах 6 – 25% объема ствола, в зависимости от породы, а также возраста дерева и условий произрастания. С возрастом дерева относительный объем коры снижается, с ухудшением условий произрастания, наоборот, повышается. Доля коры в объеме ствола уменьшается с увеличением диаметра ствола.

Крона и корни. Значительная доля биомассы дерева приходится на крону и корни растущего дерева.

Корни представлены целой системой, которая включает мелкие корешки, всасывающие воду с растворенными в ней минеральными веществами, и толстые корни, которые удерживают дерево в вертикальном положении, проводят воду к стволу и хранят запасы питательных веществ. В промышленности корни используются в качестве второсортного топлива и для получения технологической щепы. Крупные корни (пни) хвойных деревьев, оставленные на лесосеке на 10-15 лет, обогащаются смолой и служат сырьем для получения скипидара и канифоли.

Крона – совокупность ветвей, одетых листьями. В зеленых листьях из углерода, поглощаемого из воздуха в виде углекислоты, и воды, поступающей из почвы, образуются сложные органические вещества, необходимые для жизни дерева.

Промышленное использование кроны невелико. Из листьев (хвои) получают витаминную муку, лекарственные препараты, пихтовое масло; из ветвей – технологическую щепу для производства тарного картона, древесностружечных и древесноволокнистых плит.

В таблице 1.2 приводятся данные об относительном объеме частей дерева [1]. Данные таблицы сугубо ориентировочны, так как они могут изменяться с возрастом дерева и в зависимости от внешних условий.

Таблица 1.2 – Относительный объем частей дерева

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Порода | Объем частей дерева, % | | |
| Ствол | Корни | Ветви |
| Лиственница | 77-82 | 12-15 | 6-8 |
| Сосна | 65-77 | 15-25 | 8-10 |
| Ясень | 55-70 | 15-25 | 15-20 |
| Бук | 55-70 | 20-25 | 10-20 |
| Клен | 65-75 | 15-20 | 10-15 |
| Береза | 78-90 | 5-12 | 5-10 |

Исходя из данных таблицы 1.2, видим, что наибольший объем ствола и наименьший объем корней имеет береза; у ясеня – самый маленький объем ствола и самый большой объем ветвей; у бука также маленький объем ствола, но при этом самый большой объем корней.

1.2 Макроскопическое строение древесины

Заболонь, ядро, спелая древесина. Древесина наших лесных пород окрашена обычно в светлый цвет. При этом у отдельных пород вся масса древесины окрашена в один цвет (ольха, береза, граб), у других центральная часть имеет более темную окраску (дуб, лиственница, сосна). Темноокрашенная часть ствола называется ядром, а светлая периферическая – заболонью.

В том случае, когда центральная часть ствола отличается меньшим содержанием воды, т. е. является более сухой, ее называют спелой древесиной, а породы – спелодревесными. Породы, имеющие ядро, называют ядровыми. Остальные породы, у которых нет различия между центральной и периферической частью ствола ни по цвету, ни по содержанию воды, называют заболонными (безъядровыми).

Из древесных пород ядро имеют: хвойные – сосна, лиственница, кедр; лиственные – дуб, ясень, ильм, тополь. Спелодревесными породами являются из хвойных ель и пихта, из лиственных бук и осина. К заболонным породам относятся лиственные: береза, клен, граб, самшит.

Однако у некоторых безъядровых пород (береза, бук, осина) наблюдается потемнение центральной части ствола. В этом случае темная центральная зона называется ложным ядром. Молодые деревья всех пород не имеют ядра и состоят из заболони. Лишь с течением времени образуется ядро за счет перехода заболонной древесины в ядровую.

Ядро образуется за счет отмирания живых клеток древесины, закупорки водопроводящих путей, отложения дубильных, красящих веществ, смолы, углекислого кальция. В результате этого изменяются цвет древесины, ее масса и показатели механических свойств. Ширина заболони колеблется в зависимости от породы, условий произрастания. У одних пород ядро образуется на третий год (тис, белая акация), у других – на 30-35-й год (сосна). Поэтому заболонь у тиса узкая, у сосны широкая.

Переход от заболони к ядру может быть резким (лиственница, тис) или плавным (орех грецкий, кедр). В растущем дереве заболонь служит для проведения воды с минеральными веществами от корней к листьям, а ядро выполняет механическую функцию. Древесина заболони легко пропускает воду, менее стойка против загнивания, поэтому при изготовлении тары под жидкие товары использовать заболонь следует ограниченно.

Годичные слои, ранняя и поздняя древесина. На поперечном разрезе видны концентрические слои, расположенные вокруг сердцевины. Эти образования представляют собой ежегодный прирост древесины. Называются они годичными слоями. На радиальном разрезе годичные слои имеют вид продольных полос, на тангентальном – извилистых линий (рисунок 1.3). годичные слои нарастают ежегодно от центра к периферии и самым молодым слоем является наружный. По числу годичных слоев на торцевом разрезе на комле можно определить возраст дерева.

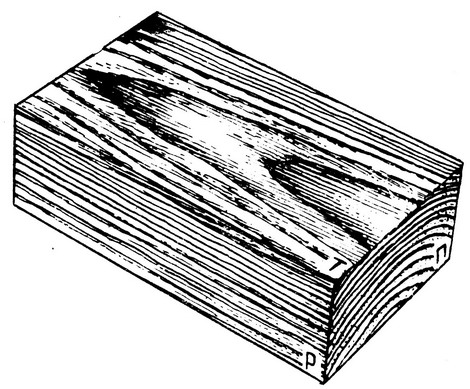


Рисунок 1.3 – Вид годичных слоев на главных разрезах: П – поперечном, Р – радиальном, Т - тангенциальном

Ширина годичных слоев зависит от породы, условий роста, положения в стволе. У одних пород (быстрорастущих) годичные слои широкие (тополь, ива), у других – узкие (самшит, тис). В нижней части ствола расположены наиболее узкие годичные слои, вверх по стволу ширина слоев увеличивается, так как рост дерева происходит и в толщину и в высоту, что приближает форму ствола к цилиндру.

У одной и той же породы ширина годичных слоев может быть различной. При неблагоприятных условиях роста (засуха, морозы, недостаток питательных веществ, заболоченные почвы) образуются узкие годичные слои.

Иногда на двух противоположных сторонах ствола годичные слои имеют неодинаковую ширину. Например, у деревьев, растущих на опушке леса, на стороне, обращенной к свету, годичные слои имеют большую ширину. Вследствие этого сердцевина у таких деревьев смещена в сторону и ствол имеет эксцентричное строение.

Некоторым породам свойственна неправильная форма годичных слоев. Так, на поперечном разрезе у граба, тиса, можжевельника наблюдается волнистость годичных слоев.

Каждый годичный слой состоит из двух частей – ранней и поздней древесины: ранняя древесина (внутренняя) обращена к сердцевине, светлая и мягкая; поздняя древесина (наружная) обращена к коре, темная и твердая. Различие между ранней и поздней древесиной ясно выражено у хвойных и некоторых лиственных пород. Ранняя древесина образуется в начале лета и служит для проведения воды вверх по стволу; поздняя древесина откладывается к концу лета и выполняет в основном механическую функцию. От количества поздней древесины зависят ее плотность и механические свойства.

Сердцевинные лучи, сердцевинные повторения. На поперечном разрезе некоторых пород хорошо видны невооруженным глазом светлые, часто блестящие, направленные от сердцевины к коре линии – сердцевинные лучи. Сердцевинные лучи имеются у всех пород, но видны лишь у некоторых.

По ширине сердцевинные лучи могут быть очень узкие, не видимые невооруженным глазом (у самшита, березы, осины, груши и всех хвойных пород); узкие, трудно различимые (у клена, вяза, ильма, липы); широкие, хорошо видимые невооруженным глазом на поперечном разрезе. Широкие лучи бывают настоящие широкие (у дуба, бука) и ложноширокие – пучки сближенных узких лучей (у граба, ольхи, орешника).

На радиальном разрезе сердцевинные лучи заметны в виде светлых блестящих полосок или лент, расположенных поперек волокон. Сердцевинные лучи могут иметь окраску светлее или темнее окружающей древесины.

На тангентальном разрезе они видны в виде темных штрихов с заостренными концами или в виде чечевицеобразных полосок, размещенных вдоль волокон. Ширина лучей колеблется от 0,015 до 0,6 мм.

Сердцевинные лучи в срубленной древесине создают красивый рисунок (на радиальном разрезе), что имеет значение при выборе древесины в качестве декоративного материала.

В растущем дереве сердцевинные лучи служат для проведения воды в горизонтальном направлении и для хранения запасных питательных веществ.

Количество сердцевинных лучей зависит от породы: у лиственных пород сердцевинных лучей примерно в 2-3 раза больше, чем у хвойных.

На торцевом разрезе древесины некоторых пород можно видеть рассеянные темные пятнышки бурого, коричневого цвета, расположение ближе к границе годичного слоя. Эти образования называются сердцевинными повторениями. Сердцевинные повторения образуются вследствие повреждения камбия насекомыми или морозом и напоминают по цвету сердцевину.

Сосуды. На поперечном (торцевом) разрезе лиственных пород видны отверстия, представляющие сечения сосудов – трубок, каналов разной величины, предназначенных для проведения воды. По величине сосуды делят на крупные, хорошо видимые невооруженным глазом, и мелкие, не видимые невооруженным глазом. Крупные сосуды чаще всего расположены в ранней древесине годичных слоев и на поперечном разрезе образуют сплошное кольцо из сосудов. Такие лиственные породы называются кольцесосудистыми. У кольцесосудистых пород в поздней древесине мелкие сосуды собраны в группы, ясно заметные благодаря светлой окраске. Если мелкие и крупные сосуды равномерно распределены по всей ширине годичного слоя, то такие породы называются рассеяннососудистыми лиственными породами.

У кольцесосудистых лиственных пород годичные слои хорошо заметны из-за резкого различия между ранней и поздней древесиной. У лиственных рассеяннососудистых пород такого различия между ранней и поздней древесиной не наблюдается и поэтому годичные слои заметны плохо.

У лиственных кольцесосудистых пород мелкие сосуды в поздней древесине образуют следующие типы группировок: радиальная – в виде светлых радиальных полос (рисунок 14,а.) дуб, каштан; тангенциальная – мелкие сосуды образуют светлые волнистые линии, расположенные параллельно границе годичного слоя (рисунок 1.4,б) – ильм, вяз, карагач; рассеянная – мелкие сосуды в поздней древесине собраны в светлые точки или черточки (рисунок 1.4,в). На радиальном и тангенциальном разрезах крупные сосуды имеют вид продольных бороздок. Диаметр крупных сосудов колеблется от 0,2 до 0,4 мм, мелких – от 0,015 до 0,1 мм. Длина сосудов чаще бывает не более 10 см, но у дуба достигает нескольких метров. Объем сосудов в зависимости от породы колеблется от 7 до 43 %.

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

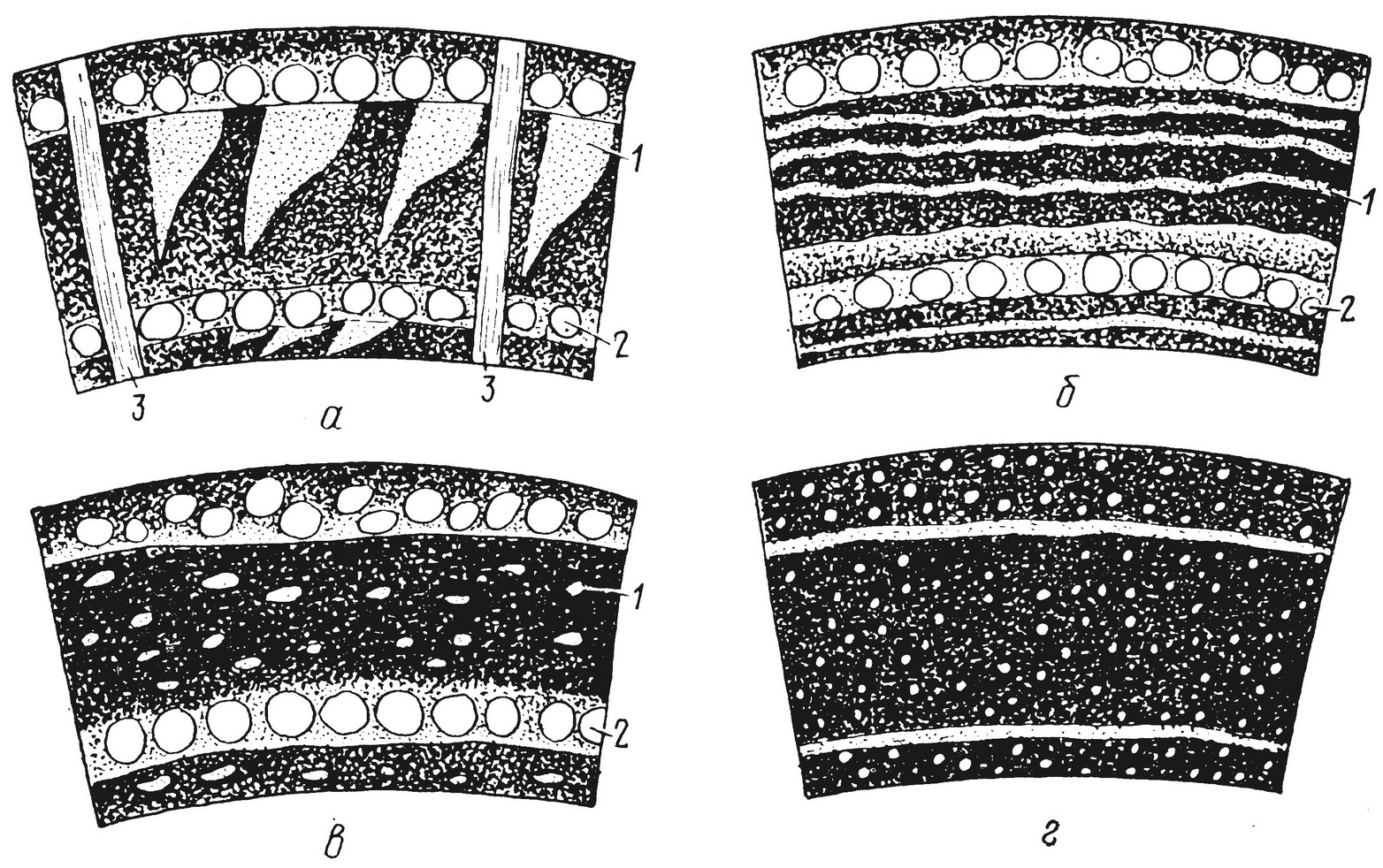


Рисунок 1.4 – Типы группировок мелких сосудов в древесине лиственных пород: а – радиальная (дуб), б – тангенциальная (ильм), в – рассеянная (ясень), г – расположение сосудов у лиственных рассеянососудистых пород.

Смоляные ходы. Характерная особенность строения древесины хвойных пород – смоляные ходы. Различают смоляные ходы вертикальные и горизонтальные. Горизонтальные проходят по сердцевинным лучам. Вертикальные смоляные ходы – тонкие узкие каналы, заполненные смолой. На поперечном разрезе вертикальные смоляные ходы видны в виде светлых точек, расположенных в поздней древесине годичного слоя; на продольных разрезах смоляные ходы заметны в виде темных штрихов, направленных вдоль оси ствола. Количество и размер смоляных ходов зависят от породы древесины. У древесины сосны смоляные ходы крупные и многочисленные, у древесины лиственницы – мелкие и немногочисленные.

Смоляные ходы занимают небольшой объем древесины ствола (0,2-0,7%) и поэтому не оказывают существенного влияния на свойства древесины. Они имеют значение при подсочке, когда из растущих деревьев получают смолу (живицу).

По количеству смоляных ходов на первом месте стоит сосна, далее следует кедр, затем лиственница и ель. У двух последних смоляные ходы занимают не более 0,2 % общего объема древесины. Однако и у пород с крупными и многочисленными смоляными ходами они занимают менее 1 % общего объема древесины.

**1.3 Микроскопическое строение древесины**

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

Клеточная оболочка у молодых растительных клеток представляет собой прозрачную, эластичную и весьма тонкую (до 0,001 мм) пленку. Она состоит из органического вещества – клетчатки, или целлюлозы.

По мере развития, в зависимости от функций, которые призвана выполнять та или иная клетка, размеры, состав и строение ее оболочки существенно изменяются. Наиболее частым видом изменения клеточных оболочек является их одревеснение и опробкование.

Одревеснение клеточной оболочки происходит при жизни клеток в результате образования в них особого органического вещества – лигнина. Одревесневшие клетки или совсем прекращают рост, или увеличивают размеры в значительно меньшей степени, чем клетки с целлюлозными оболочками.

Целлюлоза в клеточной оболочке представлена в виде волоконец, которые называются микрофибриллами. Промежутки между микрофибриллами заполнены в основном лигнином, гемицеллюлозами и связанной влагой.

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

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

Паренхимные клетки служат для отложения запасных питательных веществ. Органические питательные вещества в виде крахмала, жиров и других веществ накапливаются и хранятся в этих клетках до весны, а весной они направляются в крону дерева для образования листьев. Ряды паренхимных клеток расположены у дерева по радиусу и входят в состав сердцевинных лучей. Количество их в общем объеме древесины незначительно: у хвойных пород 1-2%, у лиственных – 2-15%.

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

Ткани древесины. Клетки одинакового строения, выполняющие одни и те же функции, образуют ткани древесины.

В соответствии с назначением и видом клеток, из которых состоят ткани, различают: запасающие, проводящие, механические (опорные) и покровные ткани.

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

Проводящие ткани состоят из вытянутых тонкостенных клеток (сосудов, трубок), через которые влага, впитанная корнями, проходит к листьям.

Длина сосудов в среднем около 100 мм; у некоторых пород, например у дуба, сосуды достигают 2-3 м длины. Диаметр сосудов колеблется от сотых долей миллиметра (у мелкососудистых пород) до 0,5 мм (у крупнососудистых).

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

Покровные ткани находятся в коре и выполняют защитную роль.

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

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

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

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

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

Строение древесины лиственных пород. По сравнению с хвойными породами лиственные имеют более сложное строение. Основной объем древесины лиственных пород составляют сосуды и сосудистые трахеиды, волокна либриформа, паренхимные клетки.[19]

**2. ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСИНЫ**

**2.1 Химические свойства древесины**

Химический состав древесины и коры. Древесина в основном состоит из органических веществ. Элементарный химический состав древесины всех пород практически одинаков. Органическая часть абсолютно сухой древесины (высушенной при 103оС) содержит в среднем 49-50 % углерода, 43-44 % кислорода, около 6 % водорода и 0,1-0,3 % азота.

Неорганическая часть может быть выделена в виде золы путем сжигания древесины. Количество золы в древесине около 0,2-1 %. В состав золы входят кальций, калий, натрий, магний, в меньших количествах фосфор, сера и другие элементы. Они образуют минеральные вещества, большая часть которых нерастворима в воде. Среди растворимых первое место занимают щелочные – поташ и сода, а из нерастворимых – соли кальция.

Химические элементы образуют сложные органические соединения. Главные из них – целлюлоза, лигнин, гемицеллюлоза, входящие в состав клеточных стенок древесины. Остальные вещества называются экстрактивными. Это смолы, дубильные и красящие вещества.

Кора по элементарному составу мало отличается от древесины, но в ней больше минеральных веществ. Химический состав коры некоторых пород приведен в таблице 2.1 [1].

Таблица 2.1 – Химический состав коры, %

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вещества | Сосна | | Ель | | Береза | |
| Луб | Корка | Луб | Корка | Луб | Корка |
| Целлюлоза | 18,2 | 16,4 | 23,2 | 14,3 | 18,5\* | 3,4\* |
| Лигнин | 17,1 | 43,6 | 15,6 | 27,4 | 20,3 | 1,3 |
| Пентозаны | 12,1 | 6,8 | 9,7 | 7,1 | 20,2 | 1,1 |
| Гексозаны | 16,3 | 6,0 | 9,3 | 7,7 | -- | -- |
| Суберин | 0,0 | 2,9 | 0,0 | 2,8 | 1,2 | 38,7 |
| Экстрактивные:  растворимые в воде  растворимые в спирте  растворимые в эфире | 20,8  3,9  -- | 14,2  3,5  -- | 33,1  1,7  -- | 27,9  2,6  -- | --  13,7  1,7 | --  5,6  38,1 |

\* Включая гексаны

Из данных таблицы 2.1 видно, что соотношение между основными органическими веществами в коре иное, чем в древесине, здесь значительно меньше целлюлозы. Кроме того, в наружной части коры содержится суберин, которого нет в древесине.

Целлюлоза представляет собой линейный полимер – полисахарид. Формула целлюлозы (С6Н10О5)n, где n – степень полимеризации. В клеточной стенке целлюлоза находится в соединении с другими веществами. Целлюлоза – вещество белого цвета, плотность 1,54-1,58 г/см3. В древесине хвойных пород целлюлозы содержится больше (41-58 %), чем в древесине лиственных пород (39-47 %).

Целлюлоза очень стойкое вещество, не растворяется в воде, спирте, эфире, ацетоне. На этом свойстве основаны промышленные способы получения целлюлозы из древесины.

Лигнин – высокомолекулярное соединение ароматической природы, плотность 1,25-1,45 г/см3. Лигнин по сравнению с целлюлозой содержит большее количество углерода (целлюлоза 44 %, лигнин 60-65 %) и меньше кислорода. Лигнин менее стойкое вещество, при нагревании растворяется в щелочах и кислотах, находит применение в виде пылевидного топлива, в производстве крепителей формовочных земель в литейном деле, пластических масс, ванилина, активированного угля и др.

Гемицеллюлозы объединяют группу полисахаридов, входящих в состав клеточной стенки, но отличающихся от целлюлозы химическими и физическими свойствами. В группу гемицеллюлоз входят пентозаны и гексозаны. По сравнению с целлюлозой у гемицеллюлоз невысокая степень полимеризации, чем и объясняется повышенная растворимость их в разбавленных щелочах и легкая гидролизуемость.

Содержание указанных веществ в древесине хвойных и лиственных пород приведено в таблице 2.2 [2].

Таблица 2.2- Содержание органических веществ в древесине хвойных и лиственных пород

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вещество | Содержание, % | |
| в хвойных | в лиственных |
| Целлюлозы | 41 – 58 | 39 – 47 |
| Лигнина | 28 – 34 | 17 – 27 |
| Гемицеллюлозы | 15 – 23 | 20 – 38 |
| В том числе:  пентозаны  гексозаны | 5 – 12  9 – 17 | 15 – 30  до 8 |

Из данных таблицы 2.2 видно, что наибольшее количество целлюлозы, лигнина и гексозанов содержат хвойные породы, а гемицеллюлозы и пентозанов – лиственные породы.

Экстрактивные вещества получают путем экстракции водой и органическими растворителями. Водой извлекаются из древесины дубильные вещества, камеди и красящие вещества. Активную часть дубителей составляют таниды. Они содержатся в ядре дуба (6-11 %) и каштана (6-13 %), а также в коре ивы, лиственницы, дуба, ели, пихты (от 5 до 16 %). Дубильные вещества растворимы в воде и спирте, легко окисляются в присутствии щелочей. Дубильные вещества используются в кожевенной промышленности при выделке кож из сырых шкур животных. Это придает коже стойкость против гниения, эластичность, способность не разбухать.

Камеди представляют собой водорастворимые смолы. Красящие вещества желтого, коричневого, красного и синего цвета содержатся в полостях клеток древесины (больше в ядре) и коры.

Суберин. Это смесь веществ, включающая органические кислоты и их метиловые эфиры. Суберин находится только в коре и вызывает опробковение клеточных стенок корки.

Химический состав древесины основных пород приведен в таблице 2.3 [2].

Таблица 2.3 – Химический состав древесины основных пород, %

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Порода | Целлюлоза | Лигнин | Пентозаны | Гексозаны | Зола | Экстрактивные вещества, растворимые | |
| в эфире | в воде |
| Сосна | 51,9 | 28,2 | 11,2 | 9,3 | 0,2 | 1,6 | 0,6 |
| Ель | 58,3 | 29,0 | 10,1 | 9,8 | 0,2 | 1,1 | 1,8 |
| Лиственница сибирская | 45,8 | 29,5 | 9,3 | -- | 1,0 | 1,8 | 5,1 |
| Пихта | 48,0 | 29,9 | 5,3 | 17,8 | 0,7 | 0,9 | 1,4 |
| Кедр | 50,0 | 30,1 | 8,6 | 11,8 | 0,1 | 2,4 | 1,5 |
| Дуб | 38,9 | 23,8 | 28,8 | -- | 0,3 | 0,6 | 1,8 |
| Бук | 42,2 | 20,8 | 29,3 | 7,6 | 0,5 | 0,5 | 0,6 |
| Береза | 46,8 | 21,2 | 32,9 | -- | 0,4 | 3,0 | 1,5 |
| Клен | 41,5 | 23,1 | 25,6 | 7,7 | 0,3 | 0,3 | 0,5 |
| Осина | 52,4 | 20,3 | 22,6 | 0,5 | 0,2 | 1,6 | 2,2 |

Из данных таблицы 2.3 видно, что древесина хвойных пород отличается несколько большим содержанием целлюлозы, а лиственных – высоким содержанием пентозанов.

Получение и использование целлюлозных материалов. В основе ряда широко применяемых материалов лежит целлюлоза. Ее можно получить, удалив из клеточных стенок древесины все остальные вещества. В процессах варки, воздействуя на древесину различными агентами, растворяют сопровождающие вещества, отличающиеся меньшей химической стойкостью.

В промышленности используют кислотные, щелочные и нейтральные способы получения целлюлозы.

Кислотные способы. К этой группе относят сульфитный и бисульфитный способы. При сульфитном способе в качестве сырья используется древесина малосмолистых хвойных пород (ели, пихты) и ряда лиственных пород.

Короткие окоренные бревна (балансы) на рубильных машинах перерабатываются в щепу. Щепа загружается в вертикальные варочные котлы вместимостью до 400 м3. В котел подается сульфитная варочная кислота, представляющая собой раствор сернистой кислоты, содержащий некоторое количество бисульфита кальция Ca (HSO3)2. Кальциевое основание (CaO) может быть заменено магниевым, натриевым или аммонийным. Варка ведется при 130-150оC и давлении 0,5-1 МПа в течение 5-12 часов. В результате варки получают целлюлозу и перешедшие в раствор органические вещества – сульфитный щелок. Целлюлозу промывают, очищают от сучьев, щепы, песка; отбеливают хлорсодержащими веществами. На специальных машинах целлюлозу обезвоживают и превращают в плотную ленту, которую затем разрезают на листы и упаковывают в пачки. В таком виде техническая целлюлоза поступает на бумажные фабрики и другие предприятия.

Сульфитный щелок используется для получения путем биохимической переработки белковых кормовых дрожжей, этилового спирта и других продуктов. Химической переработкой из щелока можно получить ванилин, фенолы, ароматические кислоты.

Бисульфитный способ позволяет использовать для получения целлюлозы древесину практически любых пород. Варка щепы проводится в водном растворе бисульфата натрия, магния или аммония. Оборудование и технология во многом похожи с применяемыми при сульфитном способе. Однако температура процесса варки выше (155-165оС).

Щелочные способы. К этой группе относятся сульфатный и натронный способы. Для получения целлюлозы сульфатным способом может быть использована древесина любых пород, в том числе и высокосмолистых (сосна и др.) измельченная в щепу древесина варится в растворе, содержащем едкий натрий NaOH и в 3 раза меньше сернистого натрия Na2S. Варка ведется в котлах вместимостью 75-160 м3 при 170-180оС и давлении 0,8-1 МПа в течение 3-5 часов. По окончании процесса варочный раствор приобретает черный цвет и называется черным щелоком. Черный щелок уваривают для компенсации потерь Na2S, смешивают с сульфатом натрия Na2SO4 и прокаливают. При этом органическая часть щелока сгорает (используется как топливо), а минеральная употребляется для приготовления варочного раствора (белого щелока). Остальные операции такие же, как и при получении сульфитной целлюлозы. Варка может осуществляться не только в котлах, но и в высокопроизводительных аппаратах непрерывного действия. Для получения высококачественной целлюлозы, идущей на химическую переработку, древесину подвергают предгидролизу (пропаркой, водной варкой при 170оС или другим способом) с целью удаления большей части гемицеллюлоз. Выход целлюлозы сульфатным способом составляет 40-50 %.

Сульфатный способ позволяет получать более прочные волокна, необходимые для производства корда и других целей. К достоинствам этого способа относится также предусмотренная технология регенерации щелока. Это дает возможность проводить процесс по замкнутой схеме, сводя к минимуму загрязнение водоемов.

В качестве побочных продуктов при сульфатном производстве целлюлозы улавливают скипидар и снимают с поверхности охлажденного щелока сульфатное мыло, разложение которого минеральной кислотой дает таловое масло. Этот продукт применяют при выработке хозяйственного мыла, приготовления олифы, смазочных масел. Из талового масла получают канифоль, фитостерин, используемый для лечения атеросклероза, кожных и других заболеваний, а также ряд продуктов, применяемых в производстве ядохимикатов, моющих средств, эмульгаторов и т.д. Часть щелочного лигнина без ущерба для основного производства может быть использована в качестве наполнителя для синтетического каучука, для замены фенола при получении пластмасс, в шинной, керамической и других отраслях промышленности. Из предгидролизата можно получать кормовые дрожжи. Второй щелочной способ получения целлюлозы – натронный. Основан на применении в качестве реагента едкого натра; потери щелочи возмещаются добавкой соды.

Нейтральный способ. Этот способ используется для получения из древесины лиственных пород целлюлозы с весьма большим содержанием сопутствующих веществ. Варочный раствор, содержащий сульфит натрия Na2SO3 или сульфат аммония (NH4)2SO3, имеет близкую к нейтральной реакцию, поэтому способ называют моносульфитным или нейтрально-сульфитным. Варка проводится в котлах периодического или непрерывного действия при конечной температуре 160-180оС, давлении 0,65-1,25 МПа и длится 0,2-6 часов. Основной недостаток – невозможность использования древесины хвойных пород.

Для всех применяемых в промышленности способов получения целлюлозы характерно образование отходов, в той или иной мере загрязняющих окружающую среду соединениями серы. Поэтому особенно важны разработки бессернистой технологии целлюлозы.

Гидролиз древесины. При взаимодействии водных растворов кислот с древесиной происходит гидролиз ее полисахаридной части. Целлюлозы и гемицеллюлозы при гидролизе превращаются в простые сахара. Полученные сахара идут на биохимическую переработку. Эти сахара (например, глюкоза, ксилоза и др.) можно подвергать химической переработке, получая такие продукты, ксилит, сорбит и др. Сырьем для гидролизной промышленности служат главным образом отходы лесопиления и деревообработки, низкокачественная древесина. Гидролиз древесины можно осуществлять разбавленными минеральными кислотами (серной, соляной) при высокой температуре или теми же, но концентрированными кислотами при нормальной температуре.

В промышленности применяется способ гидролиза разбавленной до 0,5-0,6 % серной кислоты. Сырье в виде смеси опилок и щепы поступает в гидролизаппарат вместимостью 18-160 м3. Сюда же подается горячий раствор серной кислоты. При 140-160оС происходит осахаривание (гидролиз) гемицеллюлоз. Затем при 180-190оС начинается гидролиз целлюлозы. Одновременно с подачей серной кислоты отбирают гидролизат – кислый водный раствор простых сахаров. В конце процесса в гидролизаппарат подается горячая вода для удаления сахаров и серной кислоты, пропитывающих нерастворимый осадок – лигнин. Этот побочный продукт может быть использован для получения смол, пластмасс, антисептиков, стимуляторов роста растений, удобрений, активированного угля, топлива и др.

При охлаждении гидролизата образуются пары, из конденсата которых получают фурфурол, представляющий собой бесцветную маслянистую жидкость с запахом печеного хлеба. Он применяется в производстве пластмасс, синтетических волокон (нейлона), смол, для очистки смазочных масел, изготовления медицинских препаратов (фурацилина и др.), красителей, средств для борьбы с сорняками, грибами и насекомыми, а также и для других целей. Фурфурол можно получать в качестве основного продукта при гидролизе богатых пентозанами древесины лиственных пород (березы, осины) и сельскохозяйственных растительных отходов.

Нейтрализованный известковым молоком гидролизат (сусло) поступает в бродильное отделение. Там под действием ферментов винокуренных дрожжей содержащиеся в сусле гексозы (глюкоза и сахара из гексозана) сбраживаются и образуют этиловый спирт, а также углекислый газ, который улавливается и используется для получения жидкой углекислоты и сухого льда.

Термическое разложение древесины. Разложение древесины происходит при нагреве ее без доступа воздуха. Этот процесс называется сухой перегонкой. При температуре 120-250оС происходит удаление воды и частичное разложение гемицеллюлоз (при температуре 150-270оС). Затем при 275-450оС происходит распад веществ, слагающих древесину. При этом происходит бурное выделение тепла. Последняя стадия протекает при температуре 450-550оС с дополнительным подводом тепла извне. В результате сухой перегонки образуются твердые (уголь), жидкие (жижка) и газообразные продукты.

Древесный уголь содержит 80-97 % углерода. Он не содержит вредных примесей (серы и фосфора). Древесный уголь обладает высокой сорбционной способностью. Его применяют в металлургии при выплавке цветных металлов и ферросплавов; в виде, обработанных паром, порошкообразных углей для очистки промышленных растворов и сточных вод, обесцвечивания соков и рафинируемых масс в сахарной промышленности и т.п. он идет для производства сероуглерода, необходимого для получения вискозного волокна, и целлофана. Промышленность полупроводников использует особо чистый кремний, для получения которого необходим древесный уголь. Он также применяется для производства электродов, цементации (придания твердости стальным деталям), в медицине, в качестве топлива, кормовой прикормки для скота, для производства пластмасс и для других целей.

Жижка представляет собой жидкий дистиллят – раствор продуктов разложения древесины. При отстаивании жижки образуются два слоя: верхний – водный и нижний – смоляной. Из отстойной и растворенной в сырой жижке смолы получают антиокислитель бензина, антисептики (креозот), фенолы для производства пластмасс, крепители литейных земель, понизители вязкости бурильных растворов, и другие продукты. Из водного слоя выделяют уксусную кислоту, метиловый спирт, растворители (ацетон, метилацетат и др.). Газы, получаемые при сухой перегонке древесины, используют в качестве топлива для обогрева реторт (аппаратов для сухой перегонки).

Сжигание древесины. Окисление древесины в процессе горения происходит при ее энергохимической переработке и при использовании в качестве топлива. Качество топлива оценивается теплотой сгорания (теплотворной способностью).

Массовая теплота сгорания древесины представляет собой количество тепла, выделяемое при полном сгорании единицы массы – 1 кг древесины. Теоретически массовую теплоту сгорания можно определить по химическому составу. Точно определить теплоту сгорания можно в лабораторных условиях в калориферах.

Элементарный химический состав древесины практически одинаков. Поэтому теплота сгорания единицы массы древесины почти не зависит от природы и в абсолютно сухом состоянии колеблется в пределах 19,6- 21,4 МДж/кг.

Обычно дрова оценивают не по массе, а по объему, и необходимо знать теплоту сгорания единицы объема (1 м3) древесины. Умножив теплоту сгорания единицы массы на плотность древесины, получают теплоту сгорания единицы объема. Объемная теплота сгорания зависит от породы, т.е. чем выше плотность древесины, те6м выше ее теплота сгорания. Например, для древесины дуба объемная теплота сгорания равна 13\*103 Мдж/м3, для осины – 7,4\*10 м 3 МДж/м3. теплота сгорания также зависит от влажности древесины, с увеличением которой она уменьшается.

**2.1 Физические свойства древесины**

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

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

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

Цвет. Цвет древесине придают находящейся в ней дубильные, смолистые и красящие вещества, которые находятся в полостях клеток.

Древесина пород, произрастающих в различных климатических условиях, имеет различный цвет: от белого (осина, ель, липа) до черного (черное дерево). Древесина пород, произрастающих в жарких и южных районах, имеет более яркую окраску по сравнению с древесиной пород умеренного пояса. В пределах климатического пояса каждой древесной породе присущ свой особый цвет, который может служить дополнительным признаком для ее распознавания. Так, древесина граба имеет светло-серый цвет, дуба и ясеня – бурый, грецкого ореха – коричневый. Под влиянием света и воздуха древесина многих пород теряет свою яркость, приобретая на открытом воздухе сероватую окраску.

Древесина ольхи, имеющая в свежесрубленном состоянии светло-розовый цвет, вскоре после рубки темнеет и приобретает желтовато-красную окраску. Древесина дуба, полежавшая долгое время в воде, приобретает темно-коричневый и даже черный цвет (мореный дуб). Меняется окраска древесины и в результате поражения ее различными видами грибов. На окраску древесины оказывает влияние также возраст дерева. У молодых деревьев древесина обычно светлее, чем у более старых. Устойчивым цветом обладает древесина дуба, груши и белой акации, самшита, каштана.

Цвет древесины имеет важное значение в производстве мебели , музыкальных инструментов, столярных и художественных изделий. Насыщенный богатством оттенков цвет придает изделиям из древесины красивый внешний вид. Цвет древесины некоторых пород улучшают, подвергая различной обработке, - пропариванию (бук), протравливанию (дуб, каштан) или окрашиванию различными химическими веществами. Цвет древесины и его оттенки характеризуют обычно определениями – красный, белый, розовый, светло-розовый и лишь при особой необходимости по атласу или шкале цветов.

Блеск древесины зависит от ее плотности, количества, размеров и расположения сердцевинных лучей. Сердцевинные лучи обладают способностью направленно отражать световые лучи и создают блеск на радиальном разрезе.

Блеск – способность направленно отражать световой поток. Наибольшим блеском обладают зеркально гладкие поверхности, отражающие световой поток строго направленно. Блеск древесины зависит от ее плотности, количества, размеров и расположения сердцевинных лучей. Сердцевинные лучи обладают способностью направленно отражать световые лучи и создают блеск на радиальном разрезе.

Особым блеском отличается древесина бука, клена, ильма, платана,

Радиальные поверхности, где площадь, занятая сердцевинными лучами, наибольшая, также создают блеск (особенно у клена, ильма, бука, дуба, белой акации, платана, красного дерева, атласного дерева, айланта). Древесина бархатного дерева (осина, липа, тополь) имеет шелковистый блеск.

Блеск придает древесине красивый вид и может быть усилен полированием, лакированием, вощением или оклеиванием прозрачными пленками из искусственных смол.

Текстура – рисунок, который получается на разрезах древесины при перерезании ее волокон, годичных слоев и серцевинных лучей. Она зависит от ее породы и строения. Чем сложнее строение древесины и разнообразнее сочетание отдельных элементов, тем богаче ее текстура. Хвойные породы имеют сравнительно простое строение, и текстура у них довольно однообразная; у лиственных пород текстура значительно богаче.

Текстура определяется шириной годичных слоев, разницей в окраске ранней и поздней древесины, наличием сердцевинных лучей, крупных сосудов, неправильным расположением волокон (волнистое или путанное).

Красивую текстуру хвойные породы дают на тангенциальном разрезе из-за резкого различия в цвете ранней и поздней древесины. У лиственных пород красивый рисунок на радиальном разрезе создают сердцевинные лучи (бук, ильм, клен, платан, карагач, дуб); на тангенциальном разрезе – грецкий орех, ясень, бархатное дерево, дуб, ильм, каштан. Исключительно красивый рисунок наблюдается в древесине наростов (капов) со свилеватым расположением волокон.

Текстура определяет декоративную ценность древесины и имеет значение при изготовлении мебели, различных поделок, при украшении музыкальных инструментов. При использовании прозрачных лаков можно усилить и ярче выявить текстуру древесины.

Для получения красивой текстуры применяют и различные способы обработки древесины; лущение кряжей ножом с волнистым лезвием или под углом к направлению волокон, неравномерное прессование и др.

Запах древесины зависит от находящихся в ней смол, эфирных масел, дубильных и других веществ. Характерный запах скипидара имеют хвойные породы – сосна, ель. Дуб имеет запах дубильных веществ, бакаут и палисандр – ванили. Приятно пахнет можжевельник, поэтому его ветви применяют при запаривании бочек. Большое значение имеет запах древесины при изготовлении тары. В свежесрубленном состоянии древесина имеет более сильный запах, чем после высыхания. Ядро пахнет сильнее заболони. По запаху древесины можно определить отдельные породы.

Макроструктура. Для характеристики качества древесины иногда достаточно определить следующие показатели макроструктуры: ширину годичных слоев и содержание поздней древесины в годичных слоях.

Ширина годичных слоев определяется числом слоев, приходящихся на 1 см отрезка, отмеренного в радиальном направлении на поперечном срезе. Образцы сечением 20×20 мм должны иметь гладко зачищенные торцы. На торце проводят линию перпендикулярно к годичным слоям и подсчитывают число целых слоев N. Длину l участка измеряют в сантиметрах. Число годичных слоев в 1 см вычисляют с точностью до 0,5 слоя по формуле [1]:

n = N/l. (2.1)

Ширина годичных слоев оказывает влияние на свойства древесины. Для древесины хвойных пород отмечается улучшение свойств, если в 1 см насчитывается не менее 3 и не более 25 слоев. У лиственных кольцесосудистых пород (дуб, ясень) увеличение ширины годичных слоев происходит за счет поздней зоны и поэтому увеличиваются прочность, плотность и твердость.

Для древесины лиственных рассеянососудистых пород (березы, бука) нет такой четкой зависимости свойств от ширины годичных слоев.

На образцах из древесины хвойных и кольцесосудистых лиственных пород определяют содержание поздней древесины m (в процентах). На тех же образцах измерительной лупой с погрешностью 0,1 мм измеряют ширину поздней зоны δ в каждом годичном слое; полученные значения суммируют и подсчитывают процент поздней древесины с погрешностью 1 % по формуле [1]:

m = ∑δ/l\*100, (2.2)

где ∑δ – общая ширина поздних зон, см;

l – общее протяжение тех годичных слоев, в которых измерялась ширина поздней зоны, см.

Процент поздней древесины является достаточно надежным показателем качества древесины. Чем выше содержание поздней древесины, тем больше ее плотность, а, следовательно, и выше ее механические свойства.

При обработке древесины режущими инструментами происходит перерезание полых анатомических элементов (сосудов) и на поверхности древесины образуются неровности. У таких пород, как дуб, ясень, грецкий орех, величина структурных неровностей значительная. Так как древесина указанных пород используется для отделки изделий, то перед полированием необходимо уменьшить величину этих неровностей. Для этого производится специальная операция, которая называется порозаполнением.

Влажность древесины. В растущем дереве вода необходима для его жизни и роста, в срубленной древесине наличие воды нежелательно, так как приводит к ряду отрицательных явлений.

Влажностью (абсолютной) древесины называется отношение массы воды к массе абсолютно сухой древесины, выраженное в процентах

В древесине различают воду связанную (гигроскопическую) и свободную (капиллярную). Свободная вода заполняет полости клеток и пространства между клетками, а связанная находится в толще клеточных стенок. Свободная вода удерживается механическими связями и удаляется легко; связанная вода удерживается физико-механическими связями, и удаление этой воды требует дополнительных затрат энергии. Связанная вода оказывает значительное влияние на свойства древесины.

Общее количество воды в древесине складывается из свободной и связанной. Максимальное количество связанной воды составляет примерно 30 % при температуре 15-20оС. Предельное количество свободной воды зависит от плотности, т.е. от того, как велик объем пустот в древесине, который может быть заполнен водой.

Состояние древесины, при котором свободная вода отсутствует, а клеточные стенки содержат максимальное количество связанной воды, называется гигроскопичностью или пределом насыщения клеточных стенок. Предел гигроскопичности соответствует максимальной влажности клеточных стенок при увлажнении древесины в насыщенном водой воздухе. Предел насыщения клеточных стенок – максимальная влажность клеточных стенок свежесрубленной древесины или при хранении ее длительное время в воде. При этом в полостях клеток содержится и некоторое количество свободной воды. Таким образом, влажность предела насыщения клеточных стенок составляет 30 % для пород умеренного климата.

Влажность предела гигроскопичности при температуре 15-20оС составляет 30 % и мало зависит от породы древесины.

Влажность предела гигроскопичности с повышением температуры снижается и при 100оС составляет 19-20 %

Различают следующие ступени влажности древесины: мокрая – длительное время находившаяся в воде, ее влажность выше 100 %; свежесрубленная – влажность 50-100 %; воздушно-сухая – долгое время хранившаяся на воздухе, влажность 15-20 %; комнотносухая – влажность 8-12 %; абсолютно сухая – влажность древесины около 0 %.

В таблице 2.4 приведена средняя влажность свежесрубленной древесины [3].

Таблица 2.4 – Средняя влажность свежесрубленной древесины

|  |  |
| --- | --- |
| Порода | Влажность, % |
| Ель | 91 |
| Лиственница | 82 |
| Пихта | 101 |
| Сосна обыкновенная | 88 |
| Сосна кедровая сибирская | 92 |
| Липа мелколистная | 60 |
| Осина | 82 |
| Ольха | 84 |
| Тополь | 93 |
| Береза | 78 |
| Бук | 64 |
| Вяз | 78 |
| Дуб | 50 |
| Ясень обыкновенный | 36 |

Из данных таблицы 2.4 видно, что самая высокая влажность свежесрубленной древесины у пихты, а самая низкая у ясеня обыкновенного.

Высыхание древесины. При длительном хранении срубленной древесины на воздухе или в помещении происходит испарение воды. При этом вначале удаляется свободная вода, находящаяся в полостях клеток, а затем и связанная. При высыхании древесины испарение воды происходит с поверхности сортамента и вода из более влажных внутренних слоев передвигается к наружным. Таким образом, наблюдается неравномерное распределение воды по толщине материала. Чем больше толщина материала, тем больше неравномерность распределения воды.

Скорость высыхания зависит от метеорологических условий, способов укладки и вида сортимента. Теплая, сухая погода ускоряет сушку. Короткие и тонкие пиломатериалы сохнут быстрее длинных и толстых. В промышленности наиболее распространено два способа сушки: атмосферная и камерная.

Камерная сушка проводится в специальных помещениях, называемых лесосушильными камерами. В качестве агента сушки используется воздух, нагреваемый в калориферах. В сушильных камерах контролируется состояние воздуха и влажность древесины. Продолжительность камерной сушки значительно меньше, чем атмосферной.

При атмосферной сушке в качестве агента используется атмосферный воздух без искусственного его подогрева. Состояние воздуха не регулируется.

Перед атмосферной сушкой пиломатериалы должны подвергаться антисептированию во избежание поражения их деревоокрашивающими грибами. Для лучшей циркуляции воздуха применяется разреженная укладка пиломатериалов. Атмосферная сушка считается законченной при достижении 20-22 % влажности. Продолжительность сушки пиломатериалов разной толщины в различных климатических зонах колеблется от 2-3 месяцев до одного-двух сезонов.

При атмосферной или камерной сушке древесина приобретает устойчивую влажность. Такое состояние устанавливается, если упругость водяных паров окружающего воздуха будет равна упругости паров воды у поверхности древесины. Состояние воздуха характеризуется определенной температурой и относительной упругостью пара. Каждому сочетанию температуры и относительной упругости пара соответствует определенная устойчивая влажность древесины. Эта влажность не зависит от породы, но зависит от направления процесса. При поглощении (сорбции) воды из воздуха устойчивая влажность древесины меньше, чем при высыхании (десорбции). Разницу между значениями устойчивой влажности при сорбции и десорбции называют гистерезисом сорбции. При этом следует иметь в виду, что при сорбции и десорбции изменяется содержание только связанной воды. Измельченная древесина (стружки, опилки) имеет большую удельную поверхность и ничтожно маленький гистерезис (0,2 %), и ее устойчивую влажность называют равновесной. Для пиломатериалов толщиной более 15 мм и шириной более 100 мм гистерезис составляет 2,5 %.

Усушка. Усушкой называется уменьшение линейных размеров и объема древесины при высыхании. Она начинается после полного удаления из древесины свободной влаги и с начала удаления связанной влаги, т.е. когда ее влажность снизится за предел насыщения клеточных стенок.

Связанная вода находится в клеточных стенках в промежутках между микрофибриллами. Микрофибриллы в стенках направлены преимущественно вдоль оси клетки и при удалении связанной воды из древесины больше изменяются поперечные размеры клеток и в целом древесины. Продольная усушка, обусловленная небольшим наклоном микрофибрилл, составляет незначительную величину. Усушка в тангенциальном направлении в 1,5-2 раза больше, чем в радиальном.

Усушка, которая происходит при удалении всей связанной воды (от 30 до 50 %) называется полной. Полная линейная усушка в тангенциальном направлении в среднем составляет 6-10 %, в радиальном 3-5 %, вдоль волокон 0,1-0,3 %, объемная усушка 12-15 %.

При распиловке сырых бревен на доски предусматривают припуски на усушку с тем, чтобы после высыхания пиломатериалы и заготовки имели заданные размеры. Усушка зависит от плотности древесины: чем больше плотность, тем выше ее усушка. Поздняя древесина годичных слоев усыхает больше, чем ранняя.

Внутреннее напряжение в древесине, растрескивание и коробление. Напряжения, возникающие без участия внешних сил, называются внутренними. Первая причина образования напряжений при сушке древесины – неравномерность распределения воды. Вначале испаряется вода с поверхностных слоев древесины. Если в поверхностных слоях влажность снизится за предел насыщения клеточных стенок, то должна произойти их усушка. Однако из-за сопротивления более влажных внутренних слоев поверхностные слои усохнут не полностью. В результате появятся напряжения, растягивающие в поверхностных зонах и сжимающие во внутренней зоне.

Если растягивающие напряжения достигнут предела прочности древесины на растяжение поперек волокон, то могут возникнуть трещины (рисунок 2.1): в начале сушки на поверхности сортимента, а в конце – внутри (так называемые свищи).

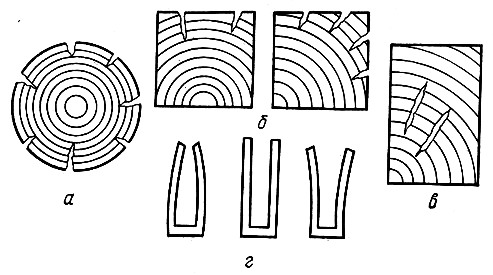


Рисунок 2.1 – Растрескивание древесины и силовые секции: а – наружные трещины в бревне; б – наружные трещины в брусьях; в – внутренние трещины; г – силовые секции.

Внутренние напряжения сохраняются и в высушенном материале и служат причиной изменения размеров и формы деталей при механической обработке древесины.

Сохранившиеся после окончания сушки остаточные напряжения можно снять путем дополнительной обработки пиломатериалов (увлажнением поверхности паром или водой).

При высыхании или увлажнении древесины происходит изменение формы поперечного сечения доски. Такое изменение формы называется короблением. Коробление может быть поперечным и продольным. Поперечное коробление (рисунок 2.2,а,б,в) выражается в изменении формы сечения брусков и досок. Причиной поперечного коробления является разница в величине усушки по радиальному и тангенциальному направлениям. Сердцевинная доска (рисунок 2.2,б) уменьшает свои размеры к кромкам; доска, у которой внешняя часть ближе к тангенциальному направлению, усыхает больше, чем внутренняя, имеющая радиальное направление. Чем ближе доска расположена к сердцевине, тем больше ее коробление.

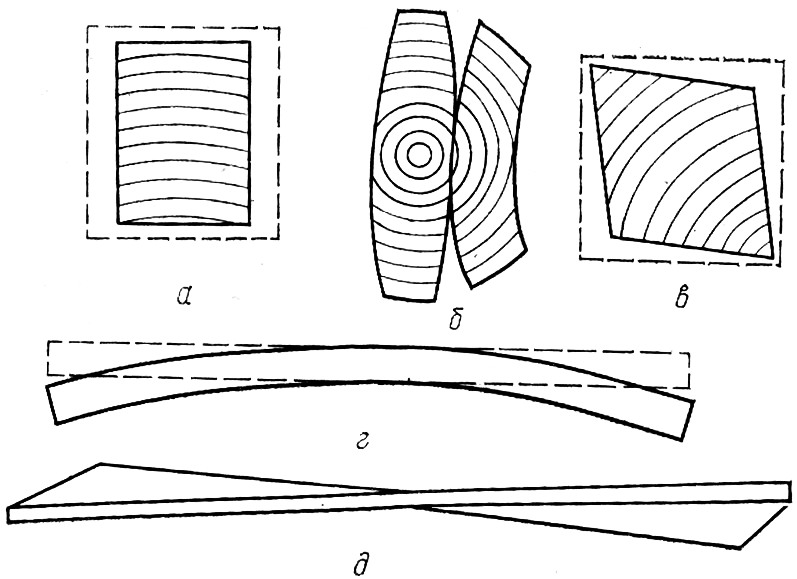


Рисунок 2.2 – Виды коробления: а, в – изменение формы поперечного сечения брусков с различным расположением слоев на торце; б – изменение формы поперечного сечения досок (сердцевинной и боковой); г – продольная покоробленность; д – крыловатость

По длине доски могут изгибаться, приобретая дугообразную форму (рисунок 2.2,г) или принять форму винтовой поверхности – крыловатость (рисунок 2.2,д). Первый вид продольного коробления встречается у досок, содержащих ядро и заболонь (усушка ядра и заболони по длине волокон несколько различается), а также у древесины с кренью, продольная усушка которой выше, чем у здоровой древесины. Крыловатость наблюдается у пиломатериалов с тангенциальным наклоном волокон. Правильная усадка, сушка и хранение пиломатериалов могут предупредить появление коробления.

Влагопоглощение. Влагопоглощением древесины называется ее способность поглощать воду из окружающего воздуха, при этом увеличивается в древесине содержание связанной воды. Влагопоглощение зависит от температуры и относительной упругости пара воздуха. Поглощение воды из воздуха происходит постепенно, замедляясь до предела гигроскопичности. Влагопоглощение не зависит от породы древесины.

Влагопоглощение древесины относится к ее отрицательным свойствам. Для уменьшения влагопоглощения древесину покрывают лаками, красками, проводят термическую обработку, пропитку искусственными смолами и пр.

Разбухание. Разбухание – это свойство древесины обратное усушке и подчиняется тем же закономерностям. Разбуханием называется увеличение линейных размеров и объема древесины при повышении содержания связанной воды.

Разбухание наблюдается при увеличении влажности до предела гигроскопичности, увеличение свободной воды (заполняющей полости клеток) не вызывает разбухания. Наибольшее разбухание происходит в тангенциальном направлении и наименьшее – вдоль волокон.

Так же как и усушка, разбухание является отрицательным свойством древесины. Однако в некоторых случаях оно играет положительную роль: обеспечивает плотность соединений в бочках, лодках, деревянных трубах и судах.

Водопоглощение. Водопоглощение – способность древесины поглощать капельножидкую воду. Водопоглощение происходит при непосредственном контакте древесины с водой. При этом в древесине увеличивается содержание как связанной, так и свободной влаги. Общее количество свободной воды зависит от объема полостей в древесине. Водопоглощение зависит от породы древесины, от ее плотности; чем больше плотность древесины, тем меньше объем полостей, которые могут быть заполнены свободной водой, и, следовательно, водопоглощение будет меньше. Водопоглащение ядра меньше, чем у заболони. Скорость водопоглощения больше у образцов с большими размерами торцевой поверхности. С повышением температуры также ускоряется процесс водопоглошения. Максимальная влажность древесины при водопоглощении приведена в таблице 2.5 [3].

Таблица 2.5 – Максимальная влажность древесины при водопоглощении

|  |  |
| --- | --- |
| Порода | Влажность, % |
| Лиственница | 126 |
| Сосна | 185 |
| Ель | 212 |
| Кедр (сосна кедровая) | 220 |
| Пихта | 268 |
| Граб | 93 |
| Дуб | 116 |
| Береза | 135 |
| Осина | 185 |
| Тополь | 212 |

Из данных таблицы 2.5 видно, что наиболее высокую влажность имеет пихта, а самую низкую – граб.

Плотность древесины. Плотность материала характеризуется отношением его массы к объему. Измеряется плотность в килограммах на метр кубический или в граммах на сантиметр кубический.

Плотностью древесинного вещества называется отношение массы к объему клеточных стенок. Так как элементный химический состав древесины практически одинаков для разных пород, то и плотность древесинного вещества примерно одинакова для всех пород. Она в среднем равна 1,53 г/см3.

Плотность древесины зависит от влажности и для сравнения значения плотности всегда приводят к единой влажности, которая составляет 12 %.

Между плотностью и прочность древесины существует тесная связь. Чем больше толщина клеточных стенок, тем больше плотность и, следовательно, прочность древесины.

Пористость древесины определяется объемом внутренних пустот (полостей клеток, межклеточных пространств) и выражается в процентах от объема древесины в абсолютно сухом состоянии. Пористость зависит от плотности древесины: чем больше плотность, тем меньше пористость древесины. Значение пористости колеблется в пределах от 40 до 77 %.

В таблице 2.6 приведены средние значения плотности для различных пород [3].

Таблица 2.6 – Средние значения плотности

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Порода | Плотность в абсолютно сухом состоянии, кг/м3 | Плотность при влажности 12 %, кг/м3 |
| Лиственница | 630 | 660 |
| Сосна обыкновенная | 470 | 500 |
| Ель | 420 | 445 |
| Кедр | 410 | 435 |
| Пихта сибирская | 350 | 375 |
| Граб | 760 | 800 |
| Дуб | 650 | 690 |
| Клен | 650 | 690 |
| Ясень обыкновенный | 640 | 650 |
| Бук | 640 | 670 |
| Береза | 600 | 650 |
| Орех грецкий | – | 590 |
| Ольха | 490 | 520 |
| Осина | 470 | 495 |
| Липа | 470 | 495 |

Из данных таблицы 2.6 видно, что плотность древесины колеблется в очень широких пределах. Причем наибольшую плотность имеют граб, а наименьшую – пихта сибирская.

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

Древесина лиственных кольцесосудистых пород имеет неодинаковую плотность, ранняя часть годичного слоя у нее пористая, поздняя более плотная. Такая древесина труднее поддается лакированию и полированию, но обладает другими ценными свойствами, например, хорошо гнется. Древесина хвойных пород обладает малой плотностью, а рассеяннососудистых лиственных пород – высокой плотностью, поэтому она чисто обрабатывается, хорошо лакируется иполируется.

Тепловые свойства древесины.

Теплоемкостью называется способность древесины поглощать тепло при нагреве. Удельная теплоемкость представляет собой количество тепла, необходимое для нагрева 1 кг древесины на 1оС. Теплоемкость измеряется в джоулях на килограмм ∙ градус Цельсия.

Удельная теплоемкость абсолютно сухой древесины при температуре 0о равна 1,55 кДж/кг ∙ оС, с увеличением температуры и влажности теплоемкость возрастает. При влажности 60 % и температуре воздуха 20оС удельная теплоемкость древесины составит 1,78 кДж/кг ∙ оС. Величина теплоемкости имеет значение при сушке, пропаривании, пропаривании древесины.

Теплопроводностью называется способность древесины проводить тепло. Для характеристики теплопроводности используют коэффициент теплопроводности.

Теплопроводность зависит от влажности, плотности, температуры и направления теплового потока. При увеличении всех этих показателей теплопроводность увеличивается.

У древесины теплопроводность невысокая по сравнения с другими материалами, что определило ее широкое применение в жилищном строительстве. Так, толщина деревянных стен меньше толщины кирпичных.

Температуропроводностью называется способность древесины выравнивать температуру при нагреве ил охлаждении. Она характеризуется коэффициентом температуропроводности. Он в большей степени зависит от влажности древесины: чем суше древесина, тем выше ее температуропроводность. Это объясняется тем, что полости клеток заполнены воздухом, температуропроводность которого больше, чем воды. Температуропроводность выше в направлении вдоль волокон, чем поперек волокон. Она имеет значение при сушке, пропитке, пропаривании, так как позволяет определить время, необходимое для прогрева древесины.

Расширение древесины. Расширение древесины при нагревании характеризуется коэффициентом линейного расширения, т.е. изменением единицы длины при нагревании на 1оС. Коэффициент линейного расширения древесины зависит от направления: поперек волокон расширение в 7-10 раз больше, чем вдоль волокон.

Электрические свойства древесины.

Электропроводность – это способность древесины проводить электрический ток. Характеристикой электропроводности является электрическое сопротивление. Электропроводность древесины зависит от породы, направления волокон и ее влажности.

Электропроводность древесины имеет значение в случае ее применения для столбов линий электропередач, линий связи, рукояток электроинструментов.

Электрическая прочность – способность древесины противостоять пробою, т.е. способность древесины снижать сопротивление при подведении к древесине тока высокого напряжения.

Электрическая прочность древесины невысока и зависит от породы, влажности, температуры и направления волокон. С увеличением температуры и влажности электрическая прочность уменьшается. В таблице 2.7 приведена электрическая прочность древесины некоторых пород [4].

Таблица 2.7 – Электрическая прочность древесины некоторых пород

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Порода | Влажность, % | Электрическая прочность, кВ/мм в направлении | | |
| радиальном | Тангенциальном | Вдоль волокон |
| Сосна | 0 | 5,9 | 7,2 | 1,45 |
| 33 | 1,4 | 1,5 | 0,76 |
| 10 | 5,9 | 7,7 | 1,68 |
| Ель | 0 | 6,0 | 7,2 | 1,35 |
| 33 | 1,4 | 1,3 | 0,87 |
| Береза | 0 | 9,1 | 7,6 | 1,26 |
| 33 | 1,4 | 1,2 | 0,50 |
| 12 | – | 5,7 | 1,31 |
| Бук | 12 | – | 4,4 | 1,32 |

Из данных таблицы 2.7 видно, что при влажности 0 % береза в радиальном и тангенциальном направлении имеет наибольшую электрическую прочность, а вдоль волокон наименьшую. При влажности 33 % в радиальном направлении наибольшую электрическую прочность имеет сосна, а наименьшую береза.

Для повышения электрической прочности древесины и снижения электропроводности при использовании ее в качестве изолятора древесину пропитывают трансформаторным маслом, парафином, искусственными смолами. Древесина в сухом состоянии не проводит электрический ток, т.е. она является диэлектриком.

Звуковые свойства древесины.

Звукопроводность древесины характеризуется скоростью распространения звука. Скорость звука увеличивается с уменьшением плотности древесины и увеличением ее жесткости.

К звукоизоляционным свойствам древесины относятся звукопроницаемость и звукопоглощение. При прохождении звука в воздухе возникает звуковое давление. Звукопроницаемость оценивается по разности звуковых давлений перед и за перегородкой из древесины. Относительное уменьшение силы звука называется коэффициентом звукопроницаемости.

При прохождении звука через древесину часть звуковой энергии поглощается ею вследствие внутреннего трения. Характеризуется это явление коэффициентом звукопоглощения, который зависит от свойств материала. Коэффициент звукопоглощения представляет собой отношение звуковой энергии, теряемой в материале, к падающей на материал звуковой энергии.

Чем меньше звукопроводность, тем больше звукопоглощение. При использовании древесины в жилищном строительстве в качестве звукоизоляционного материала учитывают показатели ее звуковых свойств.

Резонансные свойства древесины. Древесина широко используется для изготовления дек музыкальных инструментов. Такая древесина называется резонансной. Резонансные свойства древесины характеризуются ее способностью усиливать звук без искажения тона.

К резонансной древесине предъявляются следующие требования: она должна быть разнослойной, ширина годичных слоев должна составлять 1-4 мм, процент поздней древесины в пределах 20-30 %; не допускаются сучки, крень и наклон волокон.

**2.3 Механические свойства древесины**

Механические свойства характеризуют способность древесины сопротивляться действию усилий. К механическим свойствам древесины относятся прочность и деформативность, а также некоторые эксплуатационные и технологические свойства.

Прочность – способность древесины сопротивляться разрушения под действием механических усилий; характеристикой ее является предел прочности – максимальное напряжение, которое выдерживает древесина без разрушения. Показатели пределов прочности устанавливают при испытании древесины на сжатие, растяжение, изгиб, сдвиг и редко при кручении.

Деформативностью называется изменение формы и размеров древесины под действием внешних сил.

Прочность древесины при растяжении. Испытание на растяжение вдоль волокон проводят на образцах сложной формы (рисунок 2.3).

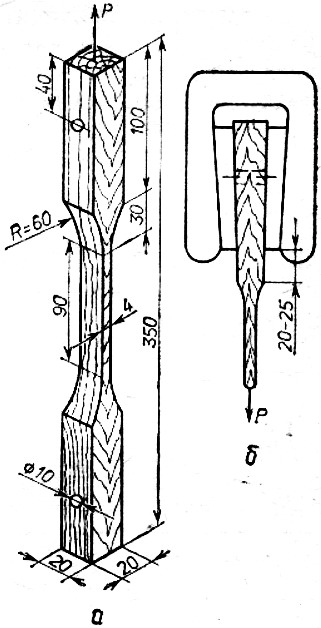


Рисунок 2.3 – Испытание древесины на растяжение вдоль волокон: а – образец; б – схема закрепления образца в захватах испытательной машины

Разрушение происходит в виде разрыва волокон. Характер разрыва волокон может быть длинноволокнистый или защепистый для древесины с высокой прочностью, и гладкий или раковистый для древесины с малой прочностью.

Средняя величина предела прочности при растяжении вдоль волокон для всех пород составляет 130 МПа. На прочность при растяжении вдоль волокон оказывает большое влияние строение древесины. Даже небольшое отклонение от правильного расположения волокон вызывает снижение прочности.

Прочность древесины при растяжении поперек волокон очень мала и в среднем составляет 1/20 часть предела прочности при растяжении вдоль волокон, т.е. 6,5 МПа. Поэтому древесина почти не применяется в деталях, работающих на растяжение поперек волокон. Прочность древесины поперек волокон имеет значение при разработке режимов резания и режимов сушки древесины. В таблице 2.8 приведена прочность древесины при растяжении вдоль волокон [5].

Таблица 2.8 – Прочность древесины при растяжении вдоль волокон

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Порода | Предел прочности, МПа, при влажности, % | |
| 12 | 30 и более |
| Лиственница | 125 | 96 |
| Сосна | 103 | 79 |
| Ель | 103 | 79 |
| Кедр | 90 | 69 |
| Пихта сибирская | 67 | 51 |
| Акация белая | 176 | 109 |
| Береза | 168 | 126 |
| Ясень | 145 | 109 |
| Граб | 141 | 106 |
| Осина | 125 | 94 |
| Бук | 123 | 92 |
| Липа | 121 | 91 |
| Ольха | 101 | 76 |
| Тополь | 91 | 68 |

Из данных таблицы 2.8 видно, что при влажности 12 % наибольший предел прочности при растяжении имеет акация белая, а наименьшую – пихта сибирская. При влажности 30 % и более наибольшей прочность при растяжении обладает береза, а наименьшей – пихта сибирская.

Прочность древесины при сжатии. Испытание древесины на сжатие вдоль волокон является наиболее распространенным. Это объясняется простотой приложения нагрузки, а также и тем, что древесина оказывает большое сопротивление сжатию волокон.

Для испытания на сжатие используют образец в форме прямоугольной призмы с основанием 20×20 мм и высотой (вдоль волокон) 30 мм (рисунок 2.4).

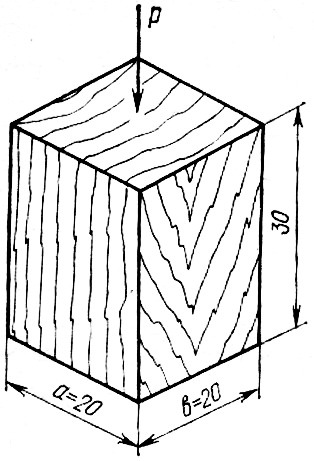


Рисунок 2.4 – Образец для испытания на сжатие вдоль волокон

Средняя величина предела прочности для всех пород составляет 50 Мпа (при влажности 12 %). Прочность древесины при сжатии поперек волокон ниже, чем вдоль волокон примерно в 10 раз. В таблице 2.9 приведена прочность древесины при сжатии вдоль волокон [6].

Таблица 2.9– Прочность древесины при сжатии вдоль волокон

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Порода | Предел прочности при влажности, % | |
| 12 | 30 и более |
| Лиственница | 64,5 | 25,5 |
| Сосна | 48,5 | 21,0 |
| Пихта сибирская | 39,0 | 17,5 |
| Граб | 60,0 | 26,5 |
| Ясень | 59,0 | 32,5 |
| Бук | 55,5 | 26,0 |
| Липа | 45,5 | 24,0 |
| Ольха | 44,0 | 23,5 |
| Осина | 42,5 | 19,0 |
| Ель | 44,5 | 19,5 |
| Кедр | 42,0 | 18,5 |
| Акация белая | 75,5 | 41,5 |
| Клен | 59,5 | 28,0 |
| Дуб | 57,5 | 31,0 |
| Орех грецкий | 55,0 | 24,0 |
| Береза | 55,0 | 22,5 |
| Вяз | 48,0 | 25,0 |
| Тополь | 39,0 | 18,0 |

Из данных таблицы 2.8 видно, что наибольший предел прочности при сжатии вдоль волокон при влажности 12 % имеет акация белая, а наименьший – тополь и пихта сибирская. При влажности 30 % и более наибольшей прочностью обладает акация белая, а наименьшей – пихта сибирская.

Прочность древесины при статическом изгибе. Испытания проводят на образцах прямоугольного сечения размером 20×20×300 мм. Образец располагают на опорах и нагружают двумя нажимными ножами (рисунок 2.5)

Излом может быть защепистым, что свидетельствует о высоком качестве древесины, и гладким с небольшими тупыми выступами у древесины низкого качества. В среднем для всех пород прочность при изгибе составляет 100 МПа, т.е. в 2 раза больше предела прочности при сжатии вдоль волокон.

Кроме обычного поперечного изгиба, когда волокна древесины направлены вдоль оси бруска, встречаются случаи работы древесины на изгиб, когда волокна ее направлены поперек оси бруска.

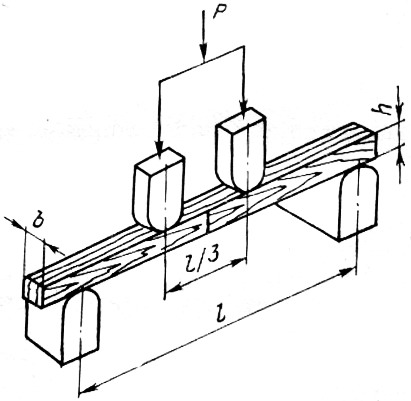


Рисунок 2.5 – Схема испытания древесины на статический изгиб

Предел прочности на изгибе в последнем случае составляет 4-5 % от предела прочности при обычном изгибе. В таблице 2.10 представлены данные по прочности древесины при статическом изгибе [6].

Таблица 2.10 – Прочность древесины при статическом изгибе

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Порода | Предел прочности, МПа, при влажности, % | |
| 12 | 30 и более |
| Лиственница | 111,5 | 61,5 |
| Сосна | 86,0 | 49,5 |
| Ель | 79,5 | 44,0 |
| Кедр | 73,5 | 42,5 |
| Пихта сибирская | 68,5 | 40,5 |
| Акация белая | 158,0 | 97,5 |
| Граб | 137,0 | 73,5 |
| Ясень | 123,0 | 74,5 |
| Клен | 120,0 | 77,5 |
| Орех грецкий | 110,0 | 60,5 |
| Береза | 109,5 | 59,5 |
| Бук | 108,5 | 64,5 |
| Дуб | 107,5 | 68,0 |
| Вяз | 95,5 | 59,0 |
| Липа | 88,0 | 54,0 |
| Ольха | 80,5 | 49,5 |
| Осина | 78,0 | 45,5 |
| Тополь | 69,0 | 40,5 |

Из данных таблицы 2.10 видно, что при влажности 12, 30 % и более наибольшей прочностью при статическом изгибе обладает акация белая, а наименьшей – пихта сибирская и тополь.

Прочность древесины при сдвиге. При испытаниях на сдвиг к образцу прикладываются две равные и противоположно направленные силы, вызывающие разрушение в параллельной им плоскости. Различают три случая сдвига (рисунок 2.6): скалывание вдоль и поперек волокон, и перерезание.

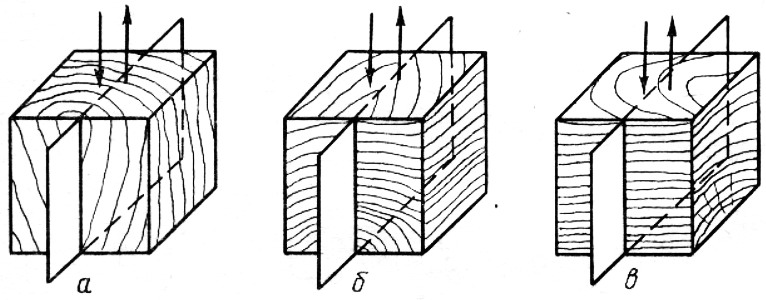


Рисунок 2.6 – Случаи сдвига древесины: а – скалывание вдоль волокон; б – скалывание поперек волокон; в – перерезание поперек волокон

Скалывание вдоль волокон – одно из важнейших механических свойств древесины. Для испытания на скалывание вдоль волокон используют образец, форма и размеры которого показаны на рисунке 2.7. В образце измеряют ширину b и длину l площади скалывания, после чего он устанавливается в специальном приспособлении и доводится до разрушения.

Прочность при скалывании вдоль волокон составляет 1/5 часть прочности при сжатии вдоль волокон. У лиственных пород, имеющих широкие сердцевинные лучи (бука, дуба, граба), скалывание по тангенциальной плоскости на 10-30 % выше, чем скалывание по радиальной плоскости.

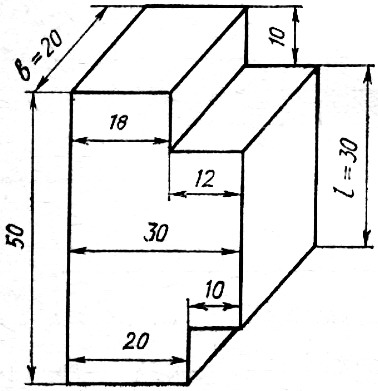


Рисунок 2.7 – Образец для испытания древесины на скалывание вдоль волокон

Предел прочности при скалывании поперек волокон примерно в 2 раза меньше предела прочности при скалывании вдоль волокон. Прочность древесины при перерезании поперек волокон в 4 раза выше прочности при скалывании вдоль волокон. В таблице 2.11 представлены данные по прочности древесины при скалывании вдоль волокон [7].

Таблица 2.11 – Прочность древесины при скалывании вдоль волокон

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Порода | Предел прочности, МПа, при скалывании в плоскости | | | |
| радиальной при влажности, % | | тангенциальной при влажности, % | |
| 12 | 30 и более | 12 | 30 и более |
| Лиственница | 9,9 | 6,3 | 9,4 | 5,8 |
| Сосна | 7,5 | 4,3 | 7,3 | 4,5 |
| Ель | 6,9 | 4,1 | 6,8 | 4,4 |
| Кедр | 6,6 | 4,0 | 7,0 | 4,3 |
| Пихта сибирская | 6,4 | 4,5 | 6,5 | 4,2 |
| Граб | 15,6 | 8,8 | 19,4 | 10,6 |
| Ясень | 13,9 | 9,4 | 13,4 | 8,7 |
| Клен | 12,4 | 8,4 | 14,2 | 9,0 |
| Бук | 11,6 | 7,0 | 14,5 | 8,9 |
| Орех грецкий | 11,0 | 5,9 | 11,6 | 6,1 |
| Дуб | 10,2 | 7,2 | 12,2 | 9,0 |
| Береза | 9,3 | 5,0 | 11,2 | 5,9 |
| Вяз | 9,1 | 6,5 | 10,2 | 7,3 |
| Груша | 8,9 | 5,6 | 14,2 | 8,1 |
| Липа | 8,6 | 5,6 | 8,1 | 5,0 |
| Ольха | 8,1 | 5,2 | 10,0 | 6,3 |
| Осина | 6,3 | 3,6 | 8,6 | 5,0 |
| Тополь | 6,1 | 3,4 | 7,2 | 4,2 |

Из данных таблицы 2.11 видно, что наибольший предел прочности в радиальной плоскости при влажности 12 % имеет граб, при 30 %

Твердость. Твердость – это свойство древесины сопротивляться внедрению тела определенной формы. Твердость торцовой поверхности выше твердости боковой поверхности (тангенциальной и радиальной) на 30% у лиственных пород и на 40% у хвойных. По степени твердости все древесные породы 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 МПа (лиственница, сибирская береза, бук, дуб, вяз, ильм, карагач, платан, рябина, клен, лещина, орех грецкий, хурма, яблоня, ясень);

очень твердые – торцовая твердость более 80 МПа (акация белая, береза железная, граб, кизил, самшит, фисташки, тис).

Твердость древесины имеет существенное значение при обработке ее режущими инструментами: фрезеровании, пилении, лущении, а также в тех случаях, когда она подвергается истиранию при устройстве полов, лестниц перил.

Ударная вязкость. Ударная вязкость характеризует способность древесины поглощать работу при ударе без разрушения. Определяется при испытаниях на изгиб. Чем больше требуется затратить работы на разрушение образца, тем выше вязкость.

По характеру излома можно судить о качестве древесины. Вязкая древесина дает защепистый излом, хрупкая древесина дает гладкий (раковистый) излом. Древесина лиственных пород обладает большей вязкостью (примерно в 1,5-2 раза) по сравнению с древесиной хвойных пород.

Износостойкость древесины – способность поверхностных слоев противостоять износу, т.е. разрушению в процессе трения.

Износостойкость зависит от плотности и твердости, направления по отношению к волокнам, а также от влажности. С увеличением плотности износ и твердости с поверхности древесины уменьшается. Влажность древесины облегчает ее износ. Износ древесины с боковой поверхности больше, чем с торцовой.

Способность древесины удерживать металлические крепления. При забивании гвоздя в древесину ее волокна частично перерезаются, изгибаются, разрушаются, возникают упругие деформации и на Бокову. Поверхность гвоздя эти деформации оказывают давление, которое вызывает трение, удерживающее гвоздь в древесине.

Величина сопротивления выдергиванию зависит от направления гвоздя или шурупа по отношению к волокнам, породы древесины и плотности. Для выдёргивания гвоздя, вбитого вдоль волокон, требуется меньшее усилие (на 10-50 %) по сравнению с усилием, необходимым для выдергивания такого же гвоздя, забитого поперек волокон. Чем больше плотность древесины, тем выше сопротивление выдергиванию гвоздя или шурупа.

Повышение влажности древесины облегчает вбивание гвоздя в нее. При высыхании древесины способность ее удерживать гвозди уменьшается, так как происходит перерождение упругих деформаций в остаточные, и трение, удерживающее гвоздь, уменьшается.

Способность древесины гнуться. Способность древесины гнуться позволяет гнуть ее. Более высокой способностью гнуться отличается древесина кольцесосудистых пород - дуба, ясеня и др., а из рассеянно-сосудистых – бука. Хвойные породы обладают меньшей способностью к загибу. Гнутью подвергают древесину, находящуюся в нагретом и влажном состоянии. Это увеличивает податливость древесины и позволяет вследствие перерождения при последующем охлаждении и сушке под нагрузкой зафиксировать новую форму детали.

Способность древесины раскалываться. Это древесины имеет практическое значение, так как некоторые сортименты ее заготовляют раскалыванием (клепка, обод, спицы, дрань и др.).

Раскалывание может проходить по радиальной и тангенциальной плоскостям. Сопротивление раскалыванию по радиальной плоскости у древесины лиственных пород меньше, чем по тангенциальной. Это объясняется влиянием сердцевинных лучей (у дуба, бука, граба). У хвойных пород, наоборот, раскалывание, по тангенциальной плоскости меньше, чем по радиальной. При тангенциальном раскалывании у хвойных пород разрушение происходит по ранней древесине, прочность которой значительно меньше прочности поздней древесины.

Изменчивость свойств древесины. Древесина – материал живой природы и поэтому ее свойства меняются от различных факторов. Эти свойства неодинаковы для различных древесных пород, но и в пределах одной породы они различны. Свойства древесины изменяются от возраста, условий произрастания, времени, рубки и т.д. Условия произрастания включают качество и состояние почвы, климатические особенности, тип леса, высоту над уровнем моря.

Показатели физико-механических свойств древесины в той или иной степени связаны с ее плотностью. Так, по высоте ствола плотность древесины уменьшается в направлении от комля к вершине. По радиусу ствола свойства также меняются. На плотность древесины оказывает влияние форма ствола и характер развития кроны.

**3. МАТЕРИАЛЫ, ПОЛУЧАЕМЫЕ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ**

**3.1 Круглые лесоматериалы**

Ствол поваленного (срубленного) дерева, у которого отделены корни, вершина и сучья, называется хлыстом. Хлысты подразделяются на три группы в зависимости от выхода деловой древесины (таблица 3.1) [7].

Таблица 3.1 – Нормы выхода деловой древесины из хлыстов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Группа качества | Выход деловой древесины из хлыста, % | | |
| хвойных пород | мягких лиственных пород | твердых лиственных пород |
| I | Не менее 80 | Не менее 60 | Не менее 70 |
| II | От 79 до 50 | От 59 до 40 | От 69 до 40 |
| III | Менее 50 | Менее 40 | Менее 40 |

По данным таблицы 3.1 можно увидеть, что наибольший выход деловой древесины из хлыста имеют хвойные породы, а наименьший может быть у мягких лиственных пород.

Хлысты поставляют в неокоренном виде. В них допускается кривизна более 5 % длины хлыста, ядровая гниль, занимающая более 65 % площади нижнего торца, и наружная трухлявая гниль. Хлысты учитывают в кубических метрах; объем определяют по длине и толщине хлыста на расстоянии 1,3 м от нижнего торца с помощью соответствующих таблиц поштучно, а также групповыми методами.

При разделке хлыстов получают круглые сортименты в виде бревен, кряжей и балансов. Бревнами называют сортименты, предназначенные для использования в круглом виде или в качестве сырья для выработки пиломатериалов общего назначения. Кряжами называют сортименты, которые используются для выработки специальных видов лесной продукции (авиационных пиломатериалов, шпал, лущеного или строганого шпона, спичек и др.). Сортименты, соответствующие по длине рабочим размерам деревообрабатывающего оборудования, называют чураками. Балансы – это круглые (или колотые) сортименты, предназначенные для переработки на целлюлозу и древесную массу. Долготье представляет собой отрезок хлыста, длина которого кратна длине получаемого сортимента и включает припуск на разделку. В строительстве и сельском хозяйстве используют тонкомерные сортименты (диаметром 6-13 см) – жерди.

Круглые лесоматериалы по толщине (диаметру, измеренному на верхнем торце) делятся на мелкие – толщиной от 6 до 13 см; средние – от 14 до 24 см; крупные – от 26 см и более.

Длина лесоматериалов зависит от их назначения и колеблется от 0,5 (для изготовления лож) до 17 м (мачты судов).

К круглым лесоматериалам относится также технологическое сырье для различных производств, заготовляемое из низкокачественной древесины. Оно предназначено для производства древесных плит, тарных лесоматериалов и продуктов гидролиза.

**3.2 Пиленые лесоматериалы (пилопродукция)**

Различают три вида пиленой продукции, которые по возрастающей степени готовности к дальнейшему использованию в изделиях и сооружениях располагаются в следующем порядке: пиленые материалы (пиломатериалы), пиленые заготовки и пиленые детали.

Пиломатериалы получают путем раскроя бревен; заготовки вырабатывают из пиломатериалов; детали – из заготовок или непосредственно из круглых лесоматериалов. Пиленые заготовки отличаются от пиломатериалов тем, что по размерам и качеству соответствуют будущим конкретным деталям с припусками на усушку и механическую обработку. Пиленые детали в отличие от заготовок не требуют дальнейшей механической обработки.

Пиленые материалы. Пиломатериалы делятся на пиломатериалы общего назначения и специальные (авиационные, резонансные)

Пиломатериалы общего назначения по форме и размерам поперечного сечения делят на доски – если ширина вдвое больше толщины (рисунок 3.1, г,д,е,ж), бруски – если ширина меньше двойной толщины (рисунок 3.1,з) и брусья (у хвойных пиломатериалов) – если ширина и толщина более 100 мм. По числу пропиленных сторон брусья (рисунок 3.1,а,б,в) могут быть двухкантнами, трехкантными и четырехкантными.

Обапол – это крайняя часть бревна, остающаяся при распиловке досок, прирезанная по длине и предназначенная для крепления горных выработок. Обапол может быть двух видов: горбыльный с непропиленой наружной поверхностью (рисунок 3.1,и) и дощатый (рисунок 3.1,к) с пропиленной более чем на половину длины наружной поверхностью. Обапол изготовляется из древесины хвойных пород; он должен быть окорен, опилен с торцов и очищен от сучьев вровень с наружной поверхностью.

Пиленые заготовки. В виде товарной продукции выпускаются заготовки общего и специального назначения.

Заготовки общего назначения изготавливаются из хвойных и лиственных пиломатериалов. Они предназначены для изготовления деталей, применяемых в строительстве, вагоно-, авто-, судо-, обозо- и сельхозмашиностроении, производстве мебели, паркета. По виду обработки заготовки различаются на пиленые, полученные путем пиления, и калиброванные, простроганные (профрезерованные) после пиления для придания точных размеров по толщине и ширине. Кроме того, выпускаются клееные заготовки, изготовленные из нескольких более мелких заготовок склеиванием их по длине, ширине или толщине. Такие заготовки по существу представляют композиционные материалы.

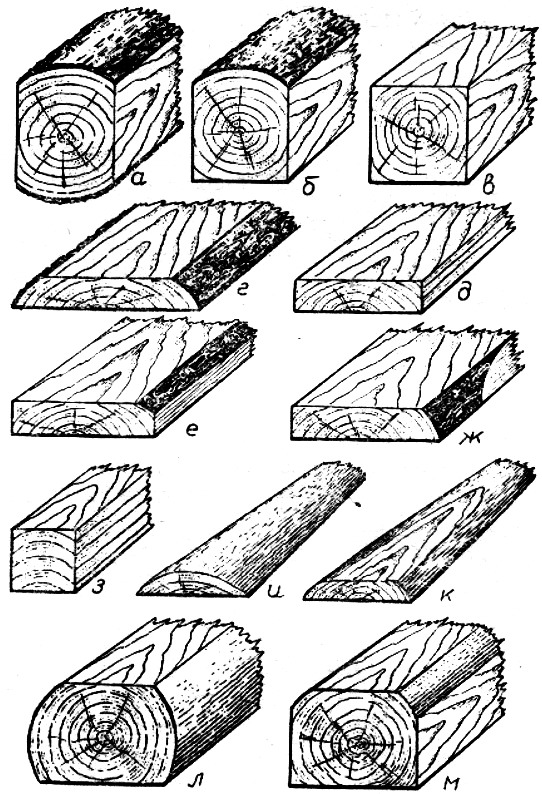


Рисунок 3.1 – Виды пилопродукции: брусья: а – двухкантный; б – трехкантный; в – четырехкантный; доски: г – необрезная; д – чисто обрезная; е – обрезная с тупым обзолом; ж – обрезная с острым обзолом; з – брусок; и – обапол горбыльный; к – обапол дощатый; л – шпала необрезная; м – шпала обрезная

По размерам поперечного сечения различают заготовки тонкие (толщина до 32 мм включительно) и толстые. Кроме того, выделяют досковые – шириной более двойной толщины и брусковые – шириной менее двойной толщины.

Длина заготовки установлена от 0,3 м (у хвойных – от 0,5 м) до 1 м с градацией 50 мм, а свыше 1 м с градацией 100 мм.

Заготовки специального назначения разделяются на: заготовки авиационные хвойных и лиственных пород; заготовки для лыж; лыжные заготовки; заготовки деревянные резонансные для музыкальных инструментов; заготовки для весел, деревянных деталей колес конных повозок; бруски для ткацких челноков; шпуль и катушек; каблуков; секторы для обувных колодок.

Заготовки резонансные предназначаются для изготовления дек клавишных, щипковых и смычковых инструментов. Вырабатывают заготовки из древесины ели и пихты кавказкой, кедра сибирского.

Пиленые детали. К пиленым деталям относят шпалы и переводные брусья железных дорог, планки для снегозадерживающих щитов и др.

Шпалы для железных дорог широкой колеи могут быть трех типов: 1 – для главных путей, 2 – для станционных и подъездных путей, 3 – для малодеятельных подъездных путей промышленных предприятий. Шпалы также подразделяются на необрезные (рисунок 3.1,л), пропиленные только с двух противоположных сторон, и обрезные (рисунок 3.1,м), пропиленные со всех четырех сторон.

Шпалы для железных дорог узкой колеи меньших размеров, чем широкой колеи. Выпускаются трех типов: 1, 2, 3 и могут быть обрезными или необрезными.

Брусья для стрелочных переводов железных дорог узкой и широкой колеи по форме и поперечным размерам близки к шпалам. Изготавливают из древесины тех же пород, что и шпалы.

Шпалы для метрополитена изготавливают из древесины сосны или березы. Их пропитывают масляными антисептиками.

**3.3 Строганные, лущеные, колотые лесоматериалы, измельченная древесина**

Строганием вырабатывают шпон, штукатурную дрань, стружку упаковочную и другого назначения. Строганый шпон представляет собой тонкие листы древесины, отличающиеся красивой текстурой и цветом. Этот облицовочный материал изготавливают из древесины лиственных пород: дуба, ясеня, бука и ряда других, а также из экзотических пород: красного дерева, лимонного дерева и др. Строганый шпон получают из древесины и некоторых хвойных пород – лиственницы, тиса.

В зависимости от плоскости строгания различают шпон четырех видов: радиальный, полурадиальный, тангенциальный и тангенциально-торцовый. Полурадиальным называют шпон, у которого прямые параллельные линии годичных слоев видны не менее чем на 3/4 площади листа. У тангенциально-торцового строганого шпона, получаемого из наростов, годичные слои имеют вид замкнутых кривых линий, а сердцевинные лучи – вид кривых линий или штрихов.

Штукатурную дрань получают из отходов древесины хвойных и мягких лиственных пород не только строганием, но и раскалыванием или пилением. Штукатурная дрань используется в строительстве жилых зданий.

Стружку упаковочную также получают строганием, но из-за малости размеров ее относят к измельченной древесине.

Лущением получают шпон в виде непрерывной ленты древесины. Полученную ленту шпона до и после сушки разрезают на форматные листы. Лущеный шпон предназначен для изготовления слоистой клееной древесины и облицовки поверхности изделий из древесины. Шпон, применяемый для облицовки, отличается от строганого шпона меньшей декоративностью, но имеет большие размеры листов.

Раскалыванием получают колотые балансы. Удаление ядровой гнили из низкокачественной древесины при расколке поленьев позволяет получить полноценное сырье для выработки целлюлозы и древесной массы. Среди колотых сортиментов можно отметить клепку бочарную, колесный обод, санный полоз и др.

К измельченной древесине относят: щепу, дробленку, стружку, опилки, древесную муку и пыль. Некоторые из них, например дробленку и древесную пыль, используют только как полуфабрикаты в производстве композиционных материалов.

Щепа. Этот вид продукции получают путем измельчения древесного сырья рубильными машинами или соответствующими рабочими узлами в составе технологических линий. Различают щепу технологическую, зеленую (с примесью коры, хвои, листьев) и топливную.

Древесина всех хвойных и лиственных пород используется при производстве щепы для получения сульфатной целлюлозы и полуцеллюлозы, дрожжей, спирта, ДВП и ДСтП. Породный состав щепы остальных назначений дифференцирован с учетом химических свойств и строения древесины. Например, для производства глюкозы применяют щепу из древесины хвойных пород, для ксилита – из березы, для фурфурола – из лиственных пород.

Технологические древесные опилки. Опилки получают при распиловке лесоматериалов. Этот вид измельченной древесины используют для получения целлюлозы, продукции лесохимических и гидролизных производств, изготовления древесных плит. Для гидролизных заводов спиртового и дрожжевого профиля могут использоваться опилки из древесины одних хвойных или лиственных пород; допускается использование смеси хвойных и лиственных опилок (но для выработки спирта должно быть не менее 80 % хвойных). Для заводов фурфурольного профиля допускают опилки из древесины только лиственных пород. Опилки не должны содержать более 8 % коры, 5 % гнили и минеральных примесей 0,5 %.

Стружка древесная. Ее изготавливают из круглых лесоматериалов, кусковых отходов лесопиления, деревообработки, фанерного и спичечного производства. Она предназначается для упаковки продовольственных и промышленных товаров, для изготовления фибриловых плит и др. В большинстве случаев используется древесина хвойных и мягких лиственных пород. Например, для упаковки фруктов применяется тонкая и узкая стружка только из древесины ели, липы и осины, а для упаковки яиц – более крупная стружка из ели и пихты.

Мука древесная. Представляет собой продукт сухого механического измельчения отходов лесопиления и деревообработки. Ее используют в качестве наполнителя, фильтрующего материала, поглотителя и применяют в производстве пластмасс, линолеума, промышленных взрывчатых веществ и для других целей. В зависимости от назначения древесную муку вырабатывают из древесины хвойных или лиственных пород.

**3.4 Композиционные древесные материалы и модифицированная древесина**

Композиционные древесные материалы можно разделить на две подгруппы: клееная древесина и материалы на основе измельченной древесины. Отдельно рассматривается массивная древесина с модифицированными свойствами.

Клееная древесина.

Понятием клееная древесина охватывается три вида материалов – слоистая клееная древесина, массивная клееная древесина и комбинированная клееная древесина. К слоистой клееной древесине относится продукция, полученная из шпона: фанера, фанерные плиты, древесные слоистые пластики, а также гнутоклееные изделия. К массивной клееной древесине относится продукция, полученная из массивной древесины: клееные доски, бруски, брусья, плиты, используемые в качестве полуфабрикатов, заготовок, деталей и изделий. К комбинированной клееной древесине относятся материалы, полученные путем сочетания массивной древесины и шпона, – столярные плиты.

Некоторые из перечисленных разновидностей клееной древесины представляют собой не материалы, а готовые изделия: другие – перерабатываются в рамках одного производственного предприятия и не являются товарной продукцией.

Фанера. Этот наиболее распространенный слоистый древесный материал представляет собой три и более склеенных между собой листов лущеного шпона с взаимно перпендикулярным расположением волокон в смежных слоях. Фанера используется в строительстве, судостроении, вагоностроении, машиностроении и других отраслях промышленности. Многообразное и широкое применение фанеры обусловлено тем, что по сравнению с пиломатериалами она обладает меньшей анизотропностью; пониженной способностью разбухать, усыхать, коробиться и растрескиваться, может быть изготовлена в виде больших листов при сравнительно малой толщине; легко принимает криволинейную форму и имеет другие преимущества.

Фанерные плиты. Эти клееные материалы включают не менее семи слоев лущеного шпона и имеют значительную толщину: 8-78 мм. Фанерные плиты используются в вагоностроении, сельхозмашиностроении, автостроении, также их используют для изготовления лыж, ручек и крюков хоккейных клюшек, для цельноклееных детских клюшек. Плиты могут быть облицованы строганым шпоном. Для внутренних слоев используют березовый, липовый, сосновый шпон.

Древесные слоистые пластики. Этот композиционный материал изготавливают в процессе термической обработки под большим давлением из листов шпона, склеенных синтетическими клеями. Древесные слоистые пластики используют в электротехнике, судостроении (материал для дейдвудных подшипников), машиностроении в качестве конструкционного, самосмазывающего, антифрикционного материала.

Столярные плиты. Эти композиционные материалы, применяемые в мебельной промышленности, судостроении, вагоностроении и строительстве, изготавливаются из реечных щитов, оклеенных с обеих сторон двумя слоями лущеного шпона. Для изготовления щитов плит используют древесину хвойных и мягких лиственных пород.

Композиционные материалы на основе измельченной древесины.

Древесностружечные плиты (ДСтП). Этот композиционный материал получают путем горячего прессования древесных частиц, смешанных со связующим. Древесностружечные плиты широко используются в производстве мебели, строительстве и других областях.

Древесные частицы получают путем переработки технологического сырья (низкокачественной древесины), технологической щепы, а также отходов деревообрабатывающих и фанерных производств, частично опилок. В качестве связующего для производства древесностружечных плит применяют чаще всего карбамидные, а также фенолформальдегидные и меламиноформальдегидные смолы. У однослойной плиты размеры древесных частиц и содержание связующего примерно одинаковы по всей ее толщине. У трехслойной плиты внутренний слой отличается от наружных слоев размерами частиц и содержанием связующего. У многослойной плиты – более трех слоев, симметрично расположенных относительно среднего слоя.

Для придания древесностружечным плитам био- , водо- и огнестойкости в них вводят антисептики. Перспективны плиты с ориентировочными частицами – для строительства, плиты с пониженной материалоемкостью и высоким качеством поверхности – для мебельного производства и тонкие однослойные плиты непрерывного прессования – для тары, панелей.

Древесноволокнистые плиты (ДВП). Это слоистый материал, изготовленный в процессе горячего прессования или сушки сформированной в виде ковра массы из древесных волокон. Древесными волокнами условно названы клетки, их обрывки и группы, получающиеся при разломе древесины (щепы).

Древесноволокнистые плиты применяют в строительстве, при изготовлении стандартных деревянных домов, в производстве мебели, автомобилей, вагоно-, судостроении и в других отраслях промышленности в качестве конструкционного, изоляционного и отделочного материала.

Массы древесные прессовочные (МДП). Это смеси, точнее, готовые композиции, полученные в результате совместной обработки частиц древесины и синтетических смол. МДП предназначаются для изготовления методом горячего прессования деталей машин, строительных деталей и товаров народного потребления. Таким способом изготавливают втулки, блоки, шкивы, подоконные доски. Массы древесные прессовочные подразделяются на три типа: МДПК – из частиц шпона (крошки), МДПС – из стружки, МДПО – из опилок.

Композиции древесно-клеевые. Эти смеси состоят из измельченной древесины и связующего; предназначены для изготовления формованной тары. Для приготовления смеси используют стружку длиной 10-20 мм, шириной 1-3,5 мм и толщиной 0,1-0,4 мм из древесины хвойных и мягких лиственных пород, а также связующее на основе мочевиноформальдегидных смол. В качестве гидрофобной добавки применяют парафин.

Арболит. Это строительный материал, относящийся к категории легких бетонов, иногда его называют «деревобетоном». В состав арболита входит древесный заполнитель, неорганическое вяжущее и вода. В качестве древесного заполнителя используют дробленые отходы лесозаготовительной, лесопильной и деревообрабатывающей промышленности. Ветви, сучья, вершинки, горбыли, рейки, срезки сначала перерабатывают в щепу, которую, в свою очередь, на молотковых мельницах превращают в дробленку.

В качестве вяжущего используют портландцемент. Для нейтрализации действия водорастворимых веществ, замедляющих схватывание и твердение цемента, а также снижающих прочность материала, в арболитовую массу вводят минерализаторы: хлористый кальций, жидкое стекло и сернокислый алюминий совместно с известью. Арболит био- и огнестоек, обладает хорошими звуко- и теплоизоляционными свойствами, удерживает гвозди, морозостоек.

Фибролит. Это также строительный материал, представляющий собой смесь древесной стружки, портландцемента, химических добавок. Для фибролита из древесины преимущественно хвойных пород изготавливается специальная стружка толщиной от 0,25 до 0,5 мм шириной 2-6 мм. Стружку смешивают с вяжущим и добавками (хлористым кальцием, жидким стеклом и др.), затем смесь формируют и прессуют. Фибролитовые плиты легко обрабатываются, био- и огнестойки, удерживают гвозди. Применяются для строительства каркасных домов.

Плиты цементно-стружечные. Более правильное название: цементно-древесностружечные плиты (ЦДСтП). Это строительный материал, который изготавливают прессованием древесных частиц (таких же, как и для ДСтП) с портландцементом и химическими добавками. Плиты предназначаются для ограждающих конструкций деревянных домов. Плиты водо-, морозо-, био- и огнестойки, нетоксичны, хорошо обрабатываются.

Ксилолит. Это строительный материал, состоящий из смеси опилок или древесной муки с магнезиальным вяжущим. Используется в виде плиток для покрытия полов, отделки стен и других целей. Ксилолит – износостойкий, негорючий, водоупорный материал высокой прочности.

Модифицированная древесина.

Модифицированной называют цельную древесину с направленно измененными физическими или химическими методами свойствами. Различают пять способов модифицирования и соответствующие виды продукции.

Древесина термомеханической модификации. Иначе этот вид продукции называют прессованная древесина (ДП). При прессовании (обычно в плоскости поперек волокон) предварительно пропаренной или нагретой древесины происходит изменение макроструктуры древесины, увеличение плотности и улучшение показателей связанных с ней свойств. Для получения ДП используют мягкие и твердые лиственные, а также хвойные породы. Прессованная древесина имеет в несколько раз большую прочность, твердость и ударную вязкость, чем натуральная древесина. Она обладает достаточно хорошими антифрикционными свойствами и может быть использована для изготовления подшипников вместо бронзы, баббита и других металлов. В воде прессованная древесина разбухает, и задержанные деформации возвращаются. Однако в некоторых случаях разбухание и распрессовка ДП могут быть полезными, например, в уплотнительных устройствах гидравлических машин. Прессованную древесину можно дополнительно модифицировать, наполняя ее маслами, металлами, полимерами.

Древесина химико-механической модификации. При этом способе модификации древесину предварительно (или одновременно) обрабатывают аммиаком, мочевиной или другими веществами, а затем уплотняют. Лигнамон – материал из древесины, подвергнутой обработке аммиаком, прессованию и сушке.

Предварительная химическая обработка вызывает изменение клеточных стенок, древесина пластифицируется, ей легко придать новую форму. Пластифицированная аммиаком древесина поглощает воду, разбухает и распрессовывается. Воздействием повышенной температуры можно уменьшить эти недостатки. Из цельной пластифицированной аммиаком прессованной древесины изготовляют детали мебели, паркет, музыкальные инструменты.

Древесина термохимической модификации. Это материал, получаемый пропиткой древесины мономерами, олигомерами или смолами и последующей термообработкой для полимеризации или поликонденсации пропитывающего состава. В некоторых случаях наблюдается химическая прививка модификатора к полимерным компонентам древесины. Древесину пропитывают чаще всего фенолформальдегидными смолами, например, в виде водного раствора фенолоспиртов, смолами фуранового типа, полиэфирными смолами.

Модификация древесины синтетическими смолами снижает ее гигроскопичность, водопоглощение и водопроницаемость, уменьшает разбухание, повышает прочность, жесткость и твердость, но часто снижает ударную вязкость. Модифицированная этим способом древесина используется в строительных конструкциях, мебельном, лыжном производствах.

Древесина радиационно-химической модификации. В данном случае полимеризация введенных в древесину веществ происходит под воздействием ионизирующих излучений. Древесину пропитывают метилметакрилатом, стиролом, винилацетатом, акрилонитрилом и другими мономерами, а также их смесями. Такой способ модификации также улучшает формоустойчивость, механические и эксплуатационные свойства древесины. Модифицированная древесина используется для паркета, деталей машиностроения и других целей.

Древесина химической модификации. Это древесина, подвергнутая обработке аммиаком, уксусным ангидридом или другими веществами, изменяющими тонкую структуру и химический состав древесины. Обработку аммиаком предпринимают, как уже отмечалось, для повышения податливости древесины, а также для самоуплотнения при сушке и изменения цвета. Обработку уксусным ангидридом проводят с целью ацетилирования древесины, т.е. введения ацетильных групп в состав ее химических компонентов. У ацетилированной древесины лишь несколько изменяются механические свойства, но существенно снижается водо- и влагопоглощение, разбухание и усушка. Ацетилированную древесину целесообразно использовать для изготовления изделий повышенной формоустойчивости.

**ВЫВОДЫ**

Древесина – продукт живой природы, что определяет ее достоинства и недостатки как материала. Она обладает высокой прочностью при малой массе; хорошо обрабатывается режущими инструментами, удерживает металлические крепления, хорошо склеивается и отделывается. Древесина обладает красивыми декоративными свойствами. Она имеет малую теплопроводность и прекрасные резонансные свойства; хорошо поглощает ударные и вибрационные нагрузки.

Однако древесина имеет и ряд недостатков: изменчивость свойств в направлении вдоль оси ствола и поперек; обладает гигроскопичностью, что приводит к увеличению ее массы и уменьшению прочности, а при высыхании древесина уменьшается в размерах (происходит усушка); она растрескивается и коробится; поражается грибами, что приводит к гниению; древесина способна гореть. Перечисленные недостатки в значительной мере устраняются путем химической и химико-механической переработки древесины в листовые и плитные материалы – бумагу, картон, древесностружечные и древесноволокнистые плиты, фанеру и др. Эти материалы наряду с натуральной древесиной применяются в индустриальном производстве стандартных домов, в судо- и вагоностроении, машиностроении, мебельной, авиационной, электротехнической, пищевой промышленности и многих других отраслях народного хозяйства.

Древесина – материал живой природы и поэтому ее свойства меняются от различных факторов. Эти свойства неодинаковы для различных древесных пород, но и в пределах одной породы они различны. Свойства древесины изменяются от возраста, условий произрастания, времени, рубки и т.д. Условия произрастания включают качество и состояние почвы, климатические особенности, тип леса, высоту над уровнем моря.

Древесина в основном состоит из органических веществ. Элементарный химический состав древесины всех пород практически одинаков. Органическая часть абсолютно сухой древесины (высушенной при 103оС) содержит в среднем 49-50 % углерода, 43-44 % кислорода, около 6 % водорода и 0,1-0,3 % азота.

Неорганическая часть может быть выделена в виде золы путем сжигания древесины. Количество золы в древесине около 0,2-1 %. В состав золы входят кальций, калий, натрий, магний, в меньших количествах фосфор, сера и другие элементы. Они образуют минеральные вещества, большая часть которых нерастворима в воде. К растворимым относятся щелочные – поташ и сода, а к нерастворимы – соли кальция.

Химические элементы образуют сложные органические соединения. Главные из них – целлюлоза, лигнин, гемицеллюлоза, входящие в состав клеточных стенок древесины. Остальные вещества называются экстрактивными. Это смолы, дубильные и красящие вещества.

Древесина используется для получения различных древесных материалов. К этим материалам относятся: круглые материалы, пиленые, строганные, лущеные, колотые лесоматериалы, измельченная древесина, композиционные древесные материалы. Все эти материалы широко используются в мебельной промышленности, судостроении, вагоностроении, машиностроении, электротехнике, строительстве, при изготовлении стандартных деревянных домов, в производстве автомобилей, пластмасс, линолеума, промышленных взрывчатых веществ, для упаковки продовольственных и промышленных товаров, для изготовления фибриловых плит и др., а также в других отраслях промышленности в качестве конструкционного, изоляционного и отделочного материала.

**ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Уголев Б.Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения. – М.: Лесная промышленность, 1986. – 368 с.

2. Михайличенко А.Л., Сметанин И.С. Древесиноведение и лесное товароведение. – М.: Лесная промышленность, 1990. – 224 с.

3. Бывших М.Д., Горбенко А.Ф. и др. Древесиноведение и лесное товароведение. – Минск: Высшая школа, 1989. – 279 с.

4. Лапиров-Скобло С.Я. Лесное товароведение. – М.: Высшая школа, 1991. – 463 с.

5. Садовничий Ф.П. Древесиноведение и лесное товароведение. – М.: Высшая школа, 1989. – 224 с.

6. Перелыгин Л.М., Уголев Б.Н. Древесиноведение. – М.: Лесная промышленность, 1987. – 286 с.

7. Ярмолинский А.С., Калашников П.А., Бахтеяров В.Д. Лесное товароведение. – М.: Лесная промышленность, 1990. – 204 с.

8. Ванин С.И. Древесиноведение. – М. – Л.: Гослесбумиздат, 1989. – 581 с.

9. Мелехов И.С Лесоведение. – М.: Лесная промышленность, 1987. – 408 с.

10. Москалева В.Е. Строение древесины и его изменение при физических и механических воздействиях. – М.: Высшая школа, 1989. – 165 с.

11. Осипенко Ю.Ф., Рябчук В.П. Лесное товароведение. – Л.: Высшая школа, 1987. – 279 с.

12. Перелыгин Л.М. Древесиноведение. – М.: Лесная промышленность, 1989. – 316 с.

13. Перелыгин Л.М. Строение древесины. – М.: Лесная промышленность, 1988. – 200 с.

14. Полубояринов О.И. Плотность древесины. – М.: Лесная промышленность, 1986. – 160 с.

15. Соболев Ю.С. Древесина как конструкционный материал. – М.: Лесная промышленность, 1987. – 248 с.

16. Уголев Б.Н. Испытания древесины и древесных материалов. – М.: Лесная промышленность, 1986. – 252 с.

17. Уголев Б.Н. Деформативность древесины и напряжения при сушке. – М.: Лесная промышленность, 1987. – 174 с.

18. Чудинов Б.С. Вода в древесине. Новосибирск: Наука, 1989. – 270 с.

19. Григорьев М.А. материаловедение столяров и плотников. – М.: Высшая школа, 1981. – 283с.