

# ДРЕВЕСИНА.



Широкое применение древесины в строительстве объясняется рядом положительных свойств: высоким коэффициентом конструктивного качества, малой теплопроводностью, легкостью обработки, технологичностью, высокой морозостойкостью, стойкостью ко многим химическим реагентам.

Однако древесина имеет и существенные недостатки: горит и гниет, коробится и растрескивается при изменении влажности и температуры, гигроскопична, анизотропия свойств, обладает целым рядом пороков строения, подвержена биокоррозии.

В зависимости от степени переработки древесины различают:

- лесные материалы, полученные только путем механической обработки ствола дерева (бревна, брус, пиломатериалы);

- готовые изделия и конструкции заводского изготовления (сборные дома и детали, клееные конструкции);

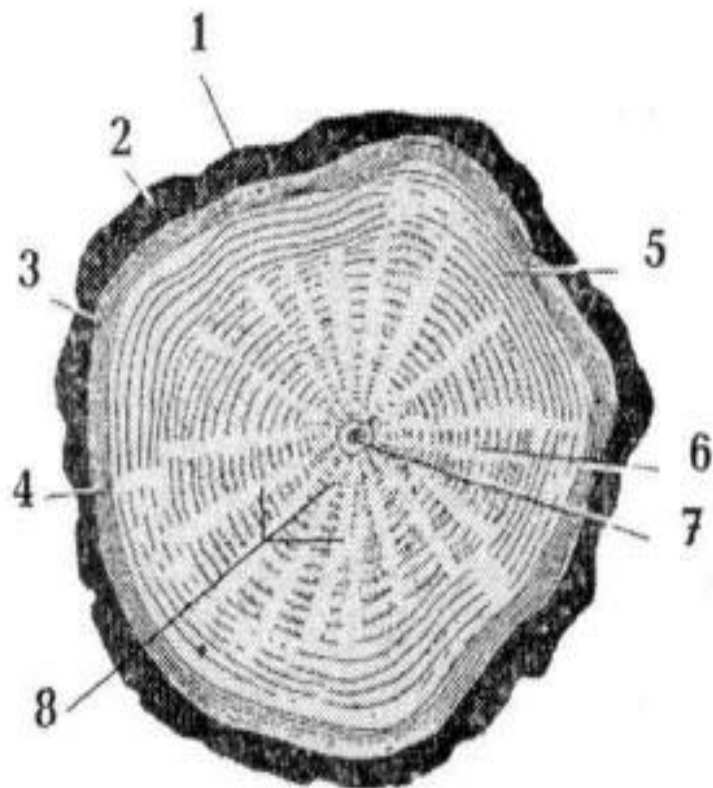
- синтетические материалы, полученные глубокой переработкой древесины (целлюлоза, древесно - волокнистые и древесно - стружечные плиты, фанера, арболит и т.д.).

# Строение древесины

1) Макроструктура древесины - строение ствола дерева, видимое невооруженным глазом или под лупой (рис.1).



# Рис. 1. Поперечный разрез.



КОРА состоит из корки (1), пробковой ткани (2) и луба (3).

Корка и пробковая ткань защищают древесину от внешних воздействий, луб - проводит питательные вещества от кроны в ствол и корни.

**КАМБИЙ (4)** - слой живых клеток. Ежегодно в вегетационный период камбий откладывает в сторону коры клетки луба, а внутрь ствола в значительно большем объеме клетки древесины. Деление клеток камбия начинается весной и заканчивается осенью, поэтому древесина состоит из ряда концентрических слоев.

Каждое годовое кольцо включает внутренний слой ранней древесины (весенний) и внешний поздней древесины (летней), имеющей более темный цвет и прочность относительно ранней.

**ЗАБОЛОНЬ (5)** - состоит из более молодой древесины, в которой еще имеются живые клетки, по которым питательные вещества идут от корней к кроне.

Эта часть древесины имеет большую влажность, легко загнивает, малопрочна, обладает большой усушкой и склонна к короблению.



**ЯДРО (6)** - спелая древесина, внутренняя часть ствола, состоящая из омертвевших клеток. Ядро более темное, так как клетки его постепенно пропитываются у хвойных пород смолой, у лиственных дубильными веществами, движение влаги по ним прекращается, поэтому стойкость к загниванию и прочность резко возрастают.

**СЕРДЦЕВИНА (7)** - рыхлая первичная ткань, имеет малую прочность и легко загнивает. Она не допускается в тонких досках и брусках, которые будут работать на изгиб и растяжение.

**СЕРДЦЕВИННЫЕ ЛУЧИ (8)** - служат для перемещения влаги и питательных веществ в поперечном направлении и создания их запаса на зимнее время. Древесина легко раскалывается по сердцевинным лучам и растрескивается при высыхании.

Древесные породы делятся на:

- ядровые, имеющие ядро и заболонь (дуб, ясень, сосна, кедр, лиственница);
- спелодревесные, имеющие заболонь и спелую древесину, не отличающуюся по цвету от заболони (ель, пихта, бук и др.);
- заболонные, у которых отсутствует ядро и нельзя заметить разницы между центральной и наружной частью ствола (береза, осина, клен, ольха, липа)

## 2) Микроструктура древесины - структура видимая под микроскопом.

Основную массу древесины составляют клетки веретенообразной формы, вытянутые вдоль ствола; клетки сердцевинных лучей вытянуты в горизонтальном направлении.

В древесине лиственных пород имеются мелкие и крупные сосуды в форме трубочек, идущих вдоль ствола, по которым влага идет от корней к кроне. Лиственные породы по распределению сосудов делятся на кольцесосудистые (дуб, вяз, ясень и др.) и рассеянососудистые (бук, граб, береза, осина и др.)

У хвойных пород сосудов нет, их роль выполняют удлинённые замкнутые клетки - трахеиды.



Определенные группы клеток выполняют различные функции: проводящие, запасающие, механические. Оболочки клеток сложены из нескольких слоев очень тонких волоконцев, микрофибрилл, которые компактно уложены и направлены по спиралям под разным углом к продольной оси клетки в каждом слое.

Микрофибриллы состоят из высокомолекулярного природного полимера - целлюлозы  $[C_6H_{10}O_5]_n$ , где  $n > 2500$ . В клеточной оболочке содержатся и другие природные полимеры - гемицеллюлоза, лигнин, которые размещаются преимущественно между фибриллами, а также немного неорганических солей щелочноземельных металлов.

# Свойства древесины

---

---

---



# 1 Физические свойства.

ИСТИННАЯ ПЛОТНОСТЬ для всех древесных пород равна  $1,54 \text{ г/см}^3$ , так как их основным составляющим веществом является целлюлоза.

СРЕДНЯЯ ПЛОТНОСТЬ колеблется в широких пределах, так как строение и пористость растущего дерева зависит от почвы, климата. Ель, сосна, липа, осина  $0,46-0,6 \text{ г/см}^3$ , береза, дуб, лиственница  $0,61-0,75 \text{ г/см}^3$ .

Ср. плотность древесины при данной влажности  $P = m_w / V_w$

Найденную плотность пересчитывают на стандартную 12%

$\rho_{12} = \rho [1 + 0,01(1 - K_0)(12 - W)]$ , где  $K_0$  – коэффициент объемного разбухания, зависит от породы дерева.

**ПОРИСТОСТЬ** колеблется у различных пород от 30 до 80 %

**ГИГРОСКОПИЧНОСТЬ** - свойство древесины легко сорбировать водяные пары из воздуха, так как она, имея волокнистое строение и большую пористость, обладает огромной внутренней поверхностью.

ВЛАЖНОСТЬ - количество влаги в процентах по отношению к сухой древесине :

$$W = \frac{m_{вл.-м}}{m} \cdot 100\% \quad (1.)$$

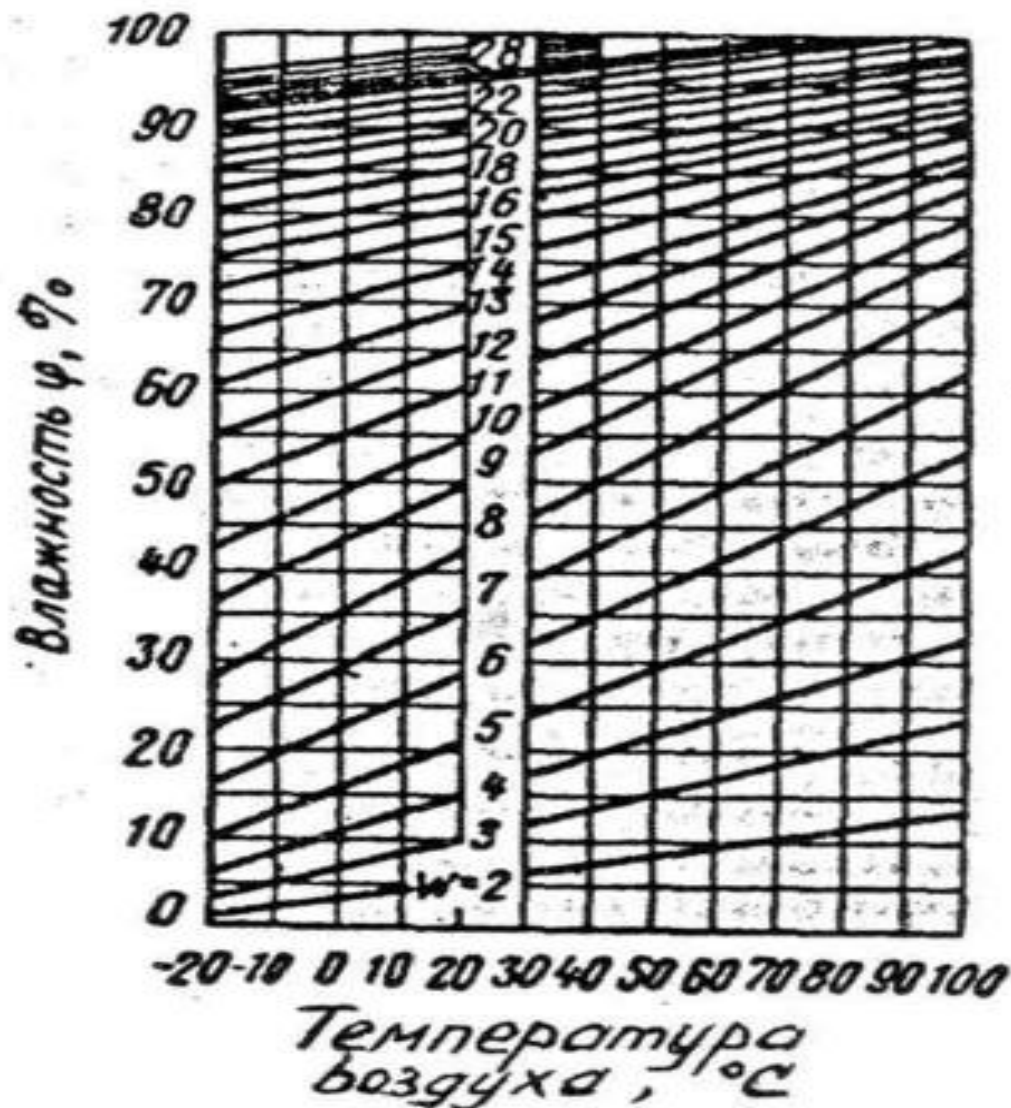
Влажность складывается из ГИГРОСКОПИЧЕСКОЙ, связанной в стенках клеток влаги, и КАПИЛЛЯРНОЙ, свободно заполняющей полости клеток и межклеточное пространство.

Предел гигроскопической влажности для разных пород составляет 25...35%, среднее значение принимается 30%, общая же влажность может достигать 40...200%.

**РАВНОВЕСНАЯ ВЛАЖНОСТЬ** - это та влажность, которую достигает древесина при длительном хранении на воздухе, она зависит от температуры и относительной влажности окружающего воздуха.

Для комнатных условий равновесная влажность – 8..12%, для открытого воздуха 15...18%. Определить равновесную влажность можно по диаграмме Чулицкого, на которой представлена зависимость между равновесной влажностью древесины и относительной влажностью ( %) и температурой ( $t^{\circ}\text{C}$ ) воздуха. С изменением влажности древесины изменяются ее плотность и прочность, поэтому для сопоставления различных древесных пород абсолютные значения этих свойств приводят к стандартной влажности, которая принимается 12 %.

# Рис. 2. Диаграмма Чулицкого.



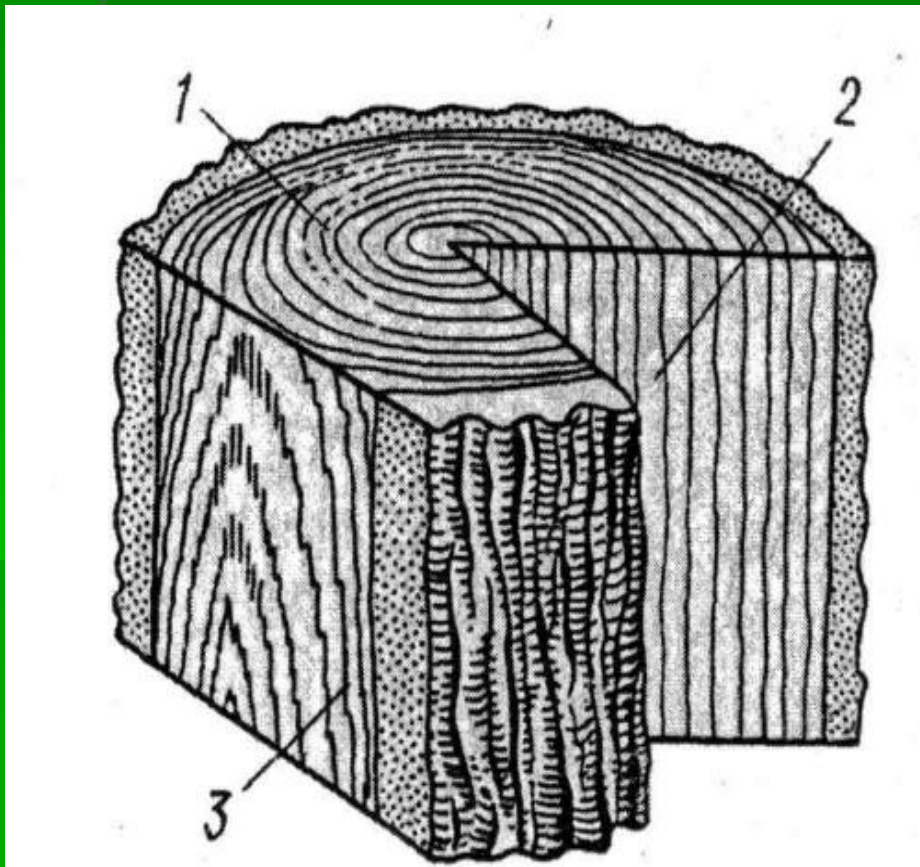
**УСУШКА** - уменьшение объема и размеров изделия в результате удаления связанной влаги (гигроскопической) из стенок клеток, таким образом влажность древесины становится меньше предела гигроскопичности.

**РАЗБУХАНИЕ** - увеличение размера и объема изделий при их увлажнении в результате достижения стенками клеток предела гигроскопичности.

Вследствие неоднородности строения древесины она усыхает в различных направлениях неодинаково.



# Основные разрезы древесины представлены на рис. 3.



- 1 - торцовый разрез,  
или поперечный;
- 2 - радиальный  
разрез;
- 3 - тангенциальный  
разрез.

Максимальная линейная усушка вдоль ствола составляет 0,1%, в радиальном направлении - 3...6%, в тангенциальном - 6...12%.

Объемная усушка (без учета продольной) равна

$$U_v = \frac{a_v - a_{ово}}{a_{ово}} \cdot 100\% \quad \text{где}$$

$a$  и  $v$ ,  $a_о$  и  $в_о$  - соответственно размеры влажного и размеры воздушно-сухого образца.

Коэффициент объемной усушки :

$$K = \frac{U_{v\max}}{W_{п.г.}}, \quad \text{где}$$

$U_{v\max}$  - максимальная объемная усушка, в %;

$W_{п.г.}$  - предел гигроскопичности, в %.

Усушка и разбухание вызывают коробление и растрескивание древесины.



**КОРОБЛЕНИЕ** при сушке неизбежно вследствие различной усушки в радиальном и тангенциальном направлениях. Поэтому древесину используют с той равновесной влажностью, при которой она будет в условиях эксплуатации: для столярки 8...10 %, для наружных конструкций 15...18 %.

Для предотвращения возникновения трещин торцы бревен и брусьев обмазывают смесью извести, соли и клея.

**ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ** сухой древесины незначительна: поперек волокон она составляет 0,17 Вт/м°К, вдоль волокон - 0,34 Вт/м°К. Увеличение влажности древесины вызывает увеличение ее теплопроводности

**ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ** древесины зависит от ее влажности. С увеличением влажности древесины, растет ее электропроводность. Древесина, используемая для электрической проводки, должна быть сухой.

**СТОЙКОСТЬ К ДЕЙСТВИЮ АГРЕССИВНЫХ СРЕД.** При длительном воздействии кислот и щелочей древесина медленно разрушается. При  $\text{pH} < 2$  древесина быстро разрушается, слабощелочные растворы почти не разрушают древесину, в морской воде она разрушается значительно быстрее, чем в пресной, в воде большой биологической агрессивности стойкость древесины низкая.

## 2 Механические свойства.

Прочность древесины определяется на малых образцах без видимых пороков. Она характеризуется пределом прочности при сжатии, растяжении, статическом изгибе, скалывании. Кроме того, могут определяться условный предел прочности при местном смятии и предел прочности при перерезании поперек волокон.

Древесина является анизотропным материалом, поэтому ее механические свойства различны вдоль и поперек волокон, при этом лучше всего она работает на растяжение.

Сравнительные механические характеристики древесины:

$R_{врст}$  в 2,5 раза больше  $R_{всж}$ ;

$R_{всж}$  в 4...6 раз больше  $R_{псж}$ ;

$R_{изг}$  в 1,8 раза больше  $R_{всж}$ ;

$R_{пскола}$  в 3...4 раза больше  $R_{вскола}$ .

Предел прочности на растяжение древесины приближается к пределу прочности на растяжение стали и стеклопластиков.

Индексы "в" и "п" обозначают соответственно вдоль и поперек волокон.

Однако, все механические показатели древесины резко снижаются из-за наличия сучков, трещин и других пороков.

Предел прочности при сжатии определяется на стандартных образцах - кубиках размером 30x20x20 мм.

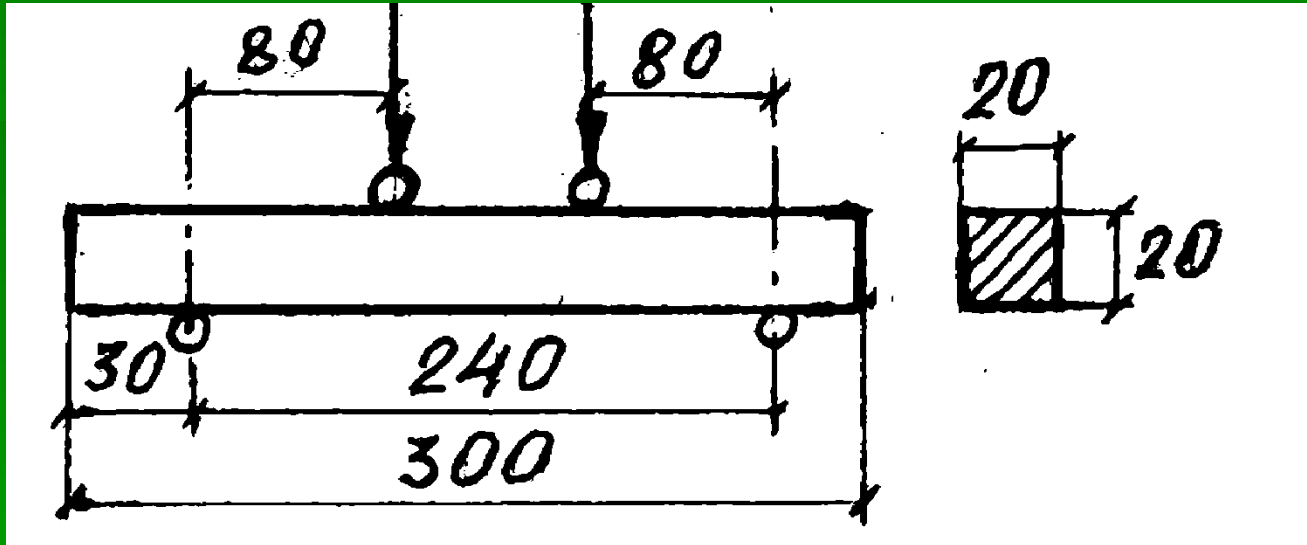
Расчетные формулы при испытании вдоль волокон  $R_{сж} = N_p / F$ ;

где  $F = 2 \times 2 = 4 \text{ см}^2$ ;

поперек волокон  $R_{сж} = N_p / F$ ;

где  $F = 3 \times 2 = 6 \text{ см}^2$ .

# Схема нагружения балочки.



Предел прочности при изгибе определяется на стандартных образцах - балочках размером 300x20x20 мм, при действии 2-х симметричных нагрузках, приложенных как указано на рисунке.

Расчетная формула:

$$R_{изг} = \frac{Npl}{bh^2};$$

Прочность древесины сильно зависит от влажности, когда она возрастает от 0 до 30 %. В интервале изменения влажности от 8 до 20% пересчет на прочность при влажности 12 % производится по формуле:

$$R_{12} = R_w [1 + \alpha(W - 12)] , \text{ где}$$

$R_{12}$  и  $R_w$  - соответственно пределы прочности при влажности 12 % и влажности в момент испытания;

$\alpha$  - коэффициент изменения прочности при изменении влажности на 1%; при сжатии и изгибе  $\alpha = 0,04$ ,  
при скалывании  $\alpha = 0,03$ ;

$W$  - влажность образца в момент испытания.

Если влажность образца более 30 %, то стандартную прочность подсчитывают по формуле

$$R_{12} = K_{12} R_w ,$$

где коэффициент  $K$  для различных пород находится в ГОСТе.

### **3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА**

---

хорошо строгаются, пилится, сверлится, шлифуется, полируется, склеивается, разделяется на шпон, окрашивается, обладает хорошей гвоздимостью.

---

# **Защита древесины от гниения, поражения насекомыми и возгорания.**

---

---



# ЗАЩИТА ОТ ГНИЕНИЯ.

## 1. Конструктивные меры

Если их недостаточно, то древесину пропитывают антисептиками - химическими веществами, которые убивают грибы или создают среду, в которой они не могут существовать.

# **Конструктивные меры для предотвращения загнивания древесины**



# Требования к антисептикам:

- высокая токсичность к дереворазрушающим грибам с одновременной безвредностью для людей и животных;
- способность сохранять высокую токсичность в течении заданного срока;
- легко проникать в древесину, не ухудшая ее физико-механических свойств, не вызывая коррозию ее металлических креплений;
- не иметь неприятного запаха, обладать стойкостью при повышенных температурах;
- должны быть относительно дешевы и не дефицитны.

Для антисептирования используют водорастворимые и масляные антисептики, а также антисептические пасты.

# ВОДОРАСТВОРИМЫЕ АНТИСЕПТИКИ

применяют, когда древесина в процессе эксплуатации защищена от непосредственного увлажнения и вымывающего действия воды:

( фторид натрия  $\text{NaF}$ ,  
кремнефтористый натрий  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$ ,  
кремнефтористый аммоний  $(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6$

**МАСЛЯНЫЕ АНТИСЕПТИКИ** - это масла каменноугольные (креозотовое и антраценовое) и сланцевое, представляющие собой жидкости с резким запахом и антисептическим действием. Водой они не вымываются, металл не корродируют, но окрашивают древесину в темно-бурый цвет, Применяются для пропитки шпал, свай, подводных сооружений.

**АНТИСЕПТИРУЮЩИЕ ПАСТЫ** - это смесь из водорастворимого антисептика, связующего (битум, жидкое стекло) и наполнителя (торфяная крошка). Пастами обрабатывают элементы открытых сооружений с влажностью более 40 % с последующей их гидроизоляцией. При этом антисептик, растворяясь во влаге древесины, глубоко проникает в нее.



# **Защита древесины от возгорания**



**Антипирены замедляют или сдерживают процесс возгорания**

**Антипирены – это химические вещества, которые добавляются в горючие материалы для придания им большей сопротивляемости воспламенению**

## **Классификация огнезащитных составов в зависимости от состава и свойств**

**Лаки огнезащитные**

- представляющие собой растворы (эмульсии) пленкообразующих веществ на органической или водной основе, содержащие растворимые антипирены

**Краски огнезащитные**

- представляющие собой однородную суспензию пигментов и антипиренов в пленкообразующих веществах

**Пасты, обмазки  
огнезащитные**

- композиции, по содержанию компонентов аналогичные краскам, но отличающиеся пастообразной консистенцией и более крупной дисперсностью наполнителей и антипиренов

**Составы пропиточные  
огнезащитные  
(огнебиозащитные),**

- растворы антипиренов (антипиренов и антисептиков) в органических и неорганических жидкостях

**Составы  
комбинированные  
огнезащитные,**

- комплекс из двух или более видов ОС, нанесение каждого из которых на защищаемую поверхность

# Антипирены европейского качества иностранного производства



***VIDARON***  
***концентрированный***  
***прозрачный состав***

***Огнезащитная краска***  
***«Пинотекс»***





# Отечественные аналоги, не уступающие по качеству



**противопожарный  
лак для дерева  
«Pirex Decor»**



**«Неомид»**

# Лесоматериалы и изделия из древесины



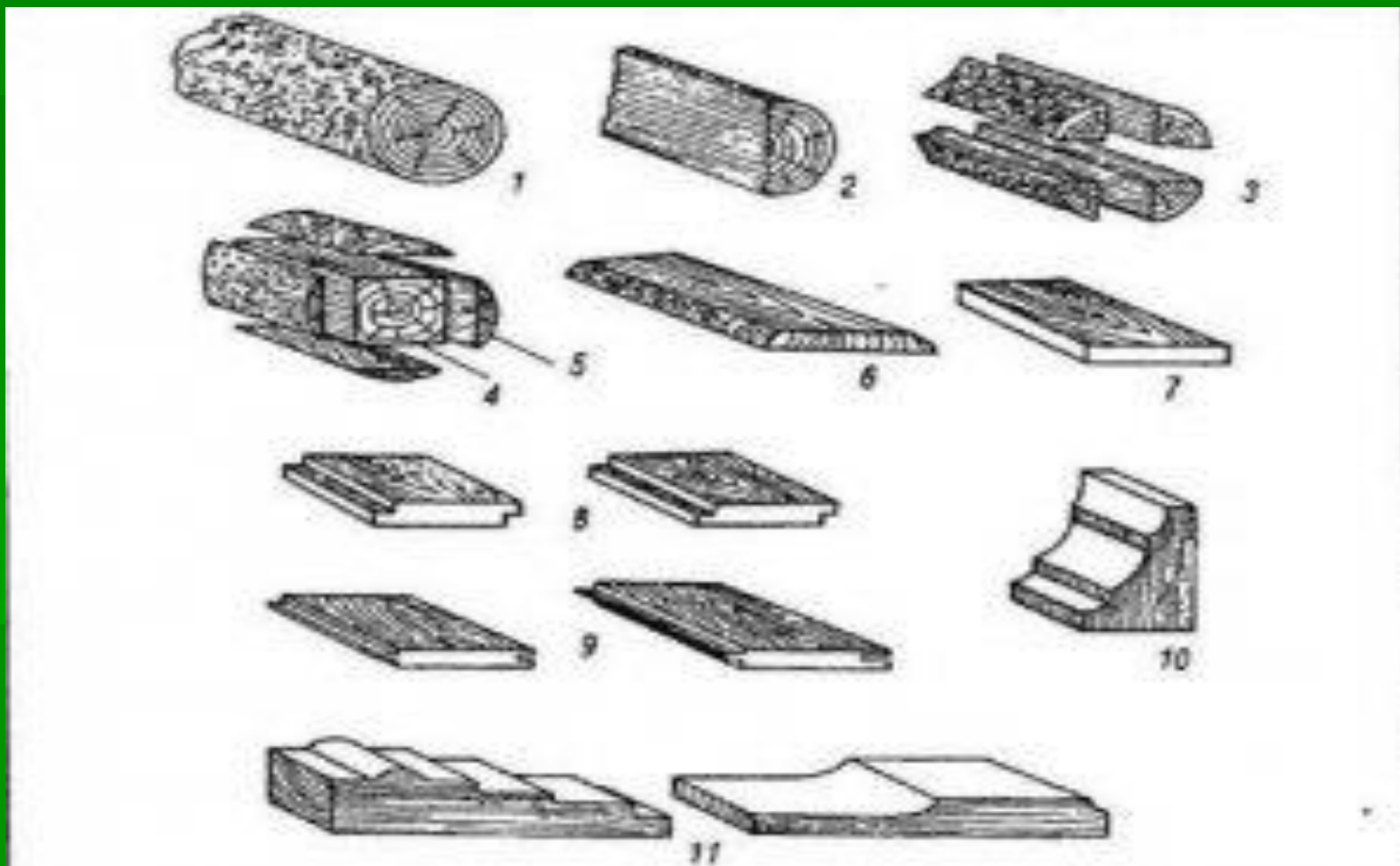
По способу получения лесные материалы разделяют на 7 групп:

- лесоматериалы;
- модифицированная древесина;
- композиционные древесные материалы;
- сырье для лесохимических производств;
- целлюлоза;
- бумага и древесно-волокнистые материалы;
- продукция гидролизного и дрожжевого производства;
- продукция химических производств.

По способу механической обработки лесоматериалы разделяют на:

- круглые;
- пиленые материалы;
- лущеные;
- фразерованные (строганые);
- колотые, производимые разделение древесины вдоль волокон клиновидным инструментом;
- измельченные (щепа, опилки, стружки)

# Виды лесных материалов



- 1 - пиловочные строительные бревна;
- 2 — пластина;
- 3 - четвертины;
- 4 — брус;
- 5 - горбыль;
- 6 - необрезная доска;
- 7 - обрезная доска;
- 8 - фальцованные доски;
- 9 — шпунтованные доски с треугольным пазом и гребнем;
- 10 - плинтус;
- 11 - наличники



# КОМПОЗИЦИОННЫЕ ДРЕВЕСНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

(Листовые, плитные и др.) получают с помощью связующих (вяжущих) веществ из предварительно разделенной части древесины (фанера, столярные плиты, ДСП, древесно-слоистые пластики, фибролит, цементно-стружечные плиты)

# МОДИФИЦИРОВАННАЯ ДРЕВЕСИНА

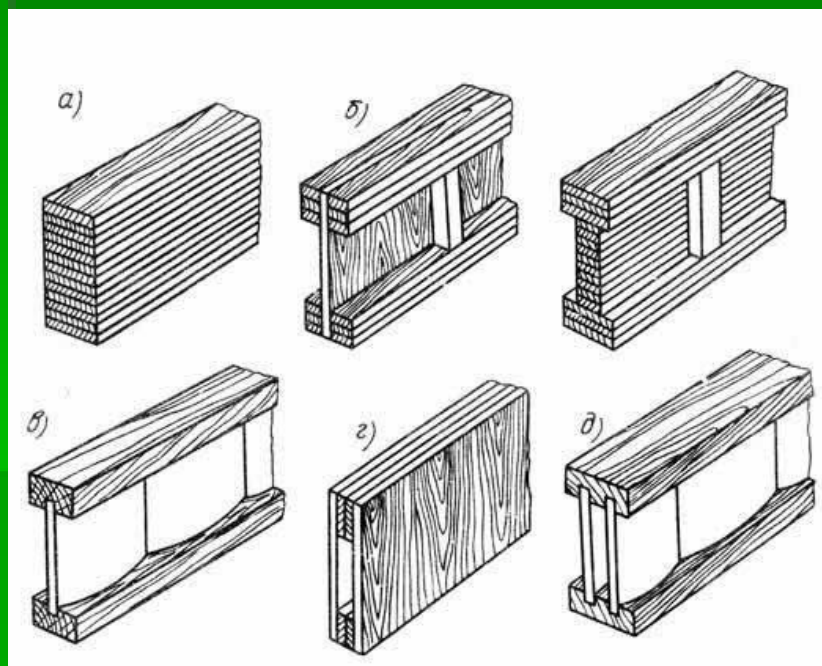
Цельная древесина с направленно измененными свойствами (пресованная древесина, пластифицированная аммиаком, модифицированная синтетическими смолами и др.)

# **Деревянные клееные конструкции и сборные дома**

В строительстве используют клееные конструкции двух видов: несущие и ограждающие.

Несущие конструкции являются многослойными, т. е. склеенными из слоев древесины. Иногда их усиливают путем вклеивания металлической или пластиковой арматуры.

# Сечение клееных деревянных конструкций



- а) сплошное прямоугольное;
- б) двутавровое с клееной фанерой и клееными деревянными стенками;
- в) двутавровое с волнистой стенкой;
- г) коробчатое;
- д) коробчатое с волнистыми стенками.

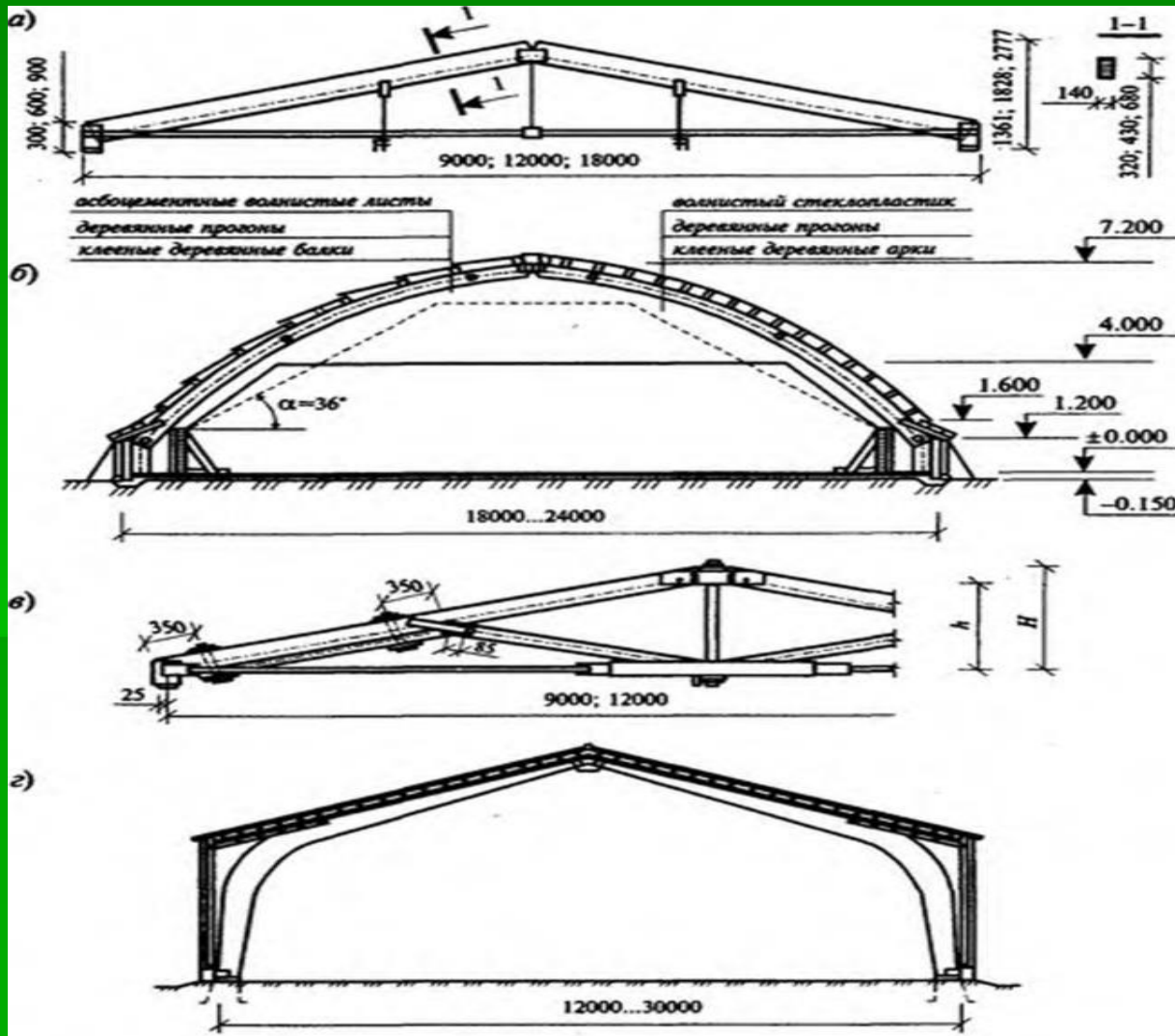
К несущим конструкциям относят —  
плоские конструкции — балки, арки,  
рамы, фермы, панели и  
пространственные — оболочки, купола и  
т.п.



# Двутавровые балки



# Клееные арки





# Фермы



# СБОРНЫЕ ДОМА

Заводского изготовления дома выпускают - брусовые, щитовые, каркасно-обшивные.

Для каркасно-щитового дома каркас заполняют из фибролита или древесноволокнистых плит. Наружные стены могут быть облицованы асбестоцементными цветными плитами.





В каркасно-обшивном доме каркас собирают из брусьев (вертикальных стоек, нижней и верхней обвязки). Каркас обшивают снаружи и внутри — обрезными досками, пространство между которыми закупают тм. Балки пола и стропила, выполняют из досок толщиной 50 мм, дополнительно укрепляют каркас. Выпускают одно и двухэтажными; их собирают на строительной площадке из готовых элементов.







## ЛЕСОМАТЕРИАЛЫ.

а) Круглые лесоматериалы - бревна ( $d > 12$  см), подтоварник ( $d=8..11$  см), жерди ( $d = 3...7$  см).

б) Пиломатериалы, получаемые продольной распиловкой бревен. Это доски и бруски обрезные и необрезные, брусья и шпалы.

## ПОЛУФАБРИКАТЫ И ИЗДЕЛИЯ.

а) Строганные и шпунтовые доски, фрезерованные изделия, плинтусы, поручни, наличники.

б) Паркет планочный и щитовой.

СТОЛЯРНЫЕ ИЗДЕЛИЯ: оконные и дверные блоки, столярные перегородки и панели для жилых и гражданских зданий.

## ФАНЕРА И КРОВЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ.

а) Фанера - листовый материал, склеенный из нескольких слоев древесного шпона.

б) Кровельные материалы для временных зданий выпускают в виде стружки, драни, плитки деревянной и гонта. Их изготавливают из осины, сосны, ели, пихты. Эти материалы отличаются друг от друга размерами.

## СБОРНЫЕ ДОМА И КЛЕЕННЫЕ ДЕРЕВЯННЫЕ КОНСТРУКЦИИ.

а) Дома - брусовые, щитовые, каркасно-обшивные.

б) Деревянные клеенные конструкции - балки, фермы, арки.

Их изготавливают склеиванием небольших деревянных заготовок на водостойких клеях. Большое достоинство этих конструкций – не коробятся при изменении влажности.