


**Лекция №4**  
**Физические свойства**  
**древесины**



**Физические свойства** – это свойства древесины, проявляющиеся при взаимодействии с внешней средой, но не приводящие к изменению ее химического состава и нарушению целостности.




# **1 Внешний вид древесины**


## 1.1 Цвет

Это отраженный от поверхности световой поток.

Древесина, произрастающая в северных широтах, характеризуется светлыми и бледными цветами, более яркой окраской обладает древесина южных и тропических широт.



Цвет древесины изменяется со временем: происходит его потемнение из-за окисления веществ, образующих клеточные стенки древесины, под воздействием кислорода и ультрафиолетового излучения.




Для придания желаемого оттенка древесину подвергают покрытию защитно-декоративными составами (красители, протравы, морилки), а также могут подвергать гидротермической обработке (воздействию температуры и влажного воздуха).

## 1.2 Блеск

Это способность направлено отражать световые лучи.

Древесина характеризуется **матовым блеском**, в связи с тем, что поверхность древесины образована перерезанными клетками.

Чем больше размер клетки, тем меньше блеск, поэтому **хвойные** и **рассеяннососудистые** породы имеют **большой блеск**, чем **кольцесосудистые**.




Для увеличения блеска древесины производят шлифование и полирование ее поверхности, а также покрывают лаками, которые образуют светоотражательную пленку.



## 1.3 Текстура

Это видимый рисунок на поверхности древесины, образующийся на поверхности за счет перерезания анатомических элементов, а также за счет контрастности ранней и поздней зон годичного слоя, и наличия или отсутствия сердцевинных лучей или сосудов у лиственных пород.



Наиболее декоративным является **тангенциальный** разрез. Породы с большими сердцевинными лучами имеют более красивую текстуру на **радиальном** разрезе.

## 1.4 Равнослойность

Это показатель, характеризующий ширину годичных слоев на разных участках древесины.

Чем меньше разница в ширине, тем выше равнослойность этой древесины.


## 1.5 Равноплотность

Это показатель, характеризующий различие плотности на разных участках древесины.

Наиболее высокие значения равноплотности характерны для лиственных рассеяннососудистых пород.




## **2 Влажность древесины**




**Влажность  $W$**  – показатель, характеризующий количественное содержание влаги в древесине.

Различают три вида влаги, содержащейся в древесине:

- свободная,
- связанная,
- химически связанная.




**Свободная влага** содержится в полостях клеток и в межклеточных пространствах (при влажности более 30 %). Она **не оказывает влияния** на прочность и изменение размеров древесины.



**Связанная влага** заполняет пространства между микрофибриллами в клеточных стенках.


Максимальное содержание связанной влаги в клеточных стенках называется **пределом гигроскопичности  $W_{пг}$**  или **пределом насыщения  $W_{пн}$** .






Влажность древесины, соответствующая пределу гигроскопичности, мало зависит от породы и принимается **равной 30 %**.

Изменение содержания связанной влаги ведет к **изменению практически всех свойств древесины**.




**Химически связанная влага** входит в состав лигноцеллюлозного комплекса и выделяется только при химической переработке древесины.




В зависимости от степени влажности различают древесину:

- мокрую, длительное время пробывшую в воде ( $W > 100\%$ );
- свежесрубленную ( $W = 50-100\%$ );
- воздушно-сухую ( $W = 12-22\%$ );
- комнатно-сухую ( $W = 8-12\%$ );
- абсолютно сухую ( $W = 0 \%$ ).



Влажность, к которой стремится древесина, находясь в воздухе определенного состояния, называется **равновесной влажностью**.


Каждому сочетанию температуры и влажности воздуха соответствует своя равновесная влажность древесины.



При длительной выдержке древесины в воде, когда вода заполняет практически все пустоты в древесине, она будет иметь **максимальную влажность.**




Влажность древесины может быть  
измерена **прямым** и **косвенным**  
методами.



**Прямой метод (сушильно-весовой)**  
основан на удалении влаги из древесины  
путем ее высушивания.

Метод длительный (6-10 часов), но  
дает высокую точность до 0,1%.




При использовании прямого метода влажность древесины определяется по формуле

$$W = 100 \cdot (m_w - m_0) / m_0 ,$$

где  $m_w$  – масса образца до высушивания, г;


$m_0$  – масса образца после высушивания, г.





**Косвенные методы основаны на измерении показателей других физических свойств, которые зависят от влажности.**


Наибольшее распространение получил метод, при котором определяется изменение электропроводности древесины. Для этого используется прибор, называемый **электровлагомер**.



Его недостатками является небольшой диапазон точных измерений (7 – 30 % влажности) и локальность измерений в местах контактов.



# **3 Усушка и разбухание** **древесины**




**Усушка** – это процесс уменьшения линейных размеров и объема древесины в результате удаления связанной влаги (происходит в диапазоне влажности от 30 % до 0 %).



Усушка **зависит** от **следующих**  
факторов:

– **породы древесины;**



**– плотности древесины;**  
У пород с большей плотностью величина  
усушки больше.



**– количества удаленной влаги;**

При испарении максимального количества связанной влаги (от 30% до 0 %) происходит **полная усушка**, части влаги – **частичная**.




– **структурного направления.**


При удалении связанной влаги размеры клетки в **радиальном и тангенциальном** направлениях изменяются больше, чем **вдоль волокон.**

Усушка в **тангенциальном** направлении в **1,5 – 2,0** раза больше, чем в **радиальном** направлении.







В среднем полная линейная усушка в тангенциальном направлении составляет 6 – 10%, в радиальном – 3 – 5%, вдоль волокон – 0,1 – 0,3% и объемная – 12 – 15%.



Показателем усушки является коэффициент усушки, который показывает величину усушки древесины при удалении из неё 1% связанной влаги.




**Разбухание** – процесс увеличения линейных размеров и объема при поглощении древесиной связанной влаги (влажность от 0 до 30%).




Процесс разбухания является обратным процессу усушки и аналогично **зависит** от следующих факторов:


- породы древесины;
- плотности древесины;
- количества удаленной влаги;
- структурного направления.




Разбухание обусловлено  
влагопоглощением и водопоглощением  
древесины.



**Влагопоглощение** – способность  
древесины поглощать влагу из  
окружающей среды.



**Водопоглощение** – способность  
древесины поглощать воду при контакте  
с жидкостью.




Для уменьшения этих свойств древесины используют обработку материала гидроизолирующими или гидрофобизирующими составами.






## **4 Растрескивание и коробление древесины**




В процессе высыхания древесины (т. е. удаления из нее влаги) в ней обязательно возникают внутренние напряжения.

Эти напряжения появляются вследствие неравномерного распределения влажности по сечению материала.



Наружные слои испытывают усушку и в них появляется **растягивающее напряжение**, внутренние слои подвергаются **напряжению сжатия**.

Чем больше перепад влажности по сечению, тем больше внутреннее напряжение.



При больших внутренних напряжениях возможно **растрескивание** материалов, а также их **коробление**, т.е. изменение его начальных форм.



Виды коробления:

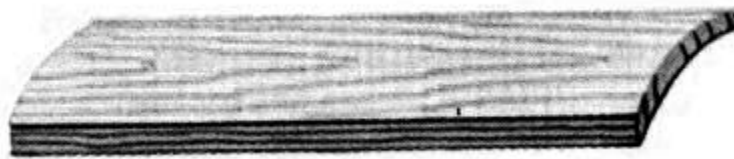
– **поперечное;**

– **продольное** бывает 3-х типов:

по пласти доски;

по кромке;

крыловатость.



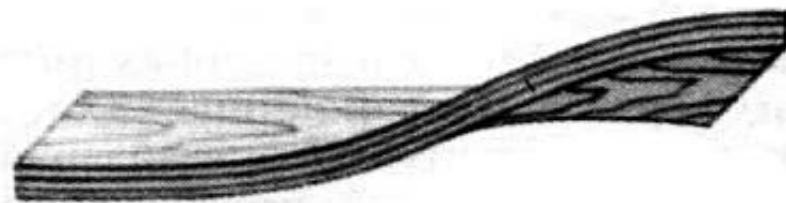
1



2




3



4

1 – поперечное, 2 – продольное по пласти, 3 – продольное по кромке, 4 – крыловатость

Рисунок 1 – Виды коробления




Для предупреждения растрескивания и коробления древесины необходимо соблюдать режимы сушки и правильно укладывать пиломатериалы в штабеля.




# **5 Плотность древесины**







Это масса единицы объема.  
Обозначается  $\rho$ , размерность  $\text{кг/м}^3$  или  
 $\text{г/см}^3$ .



Химический состав органических веществ, образующих клеточные стенки древесины разных пород, одинаков, поэтому плотность древесинного вещества (или плотность клеточных стенок) у всех пород равняется  $1530 \text{ кг/м}^3$ .



Древесина материал пористый, поэтому плотность древесины меньше плотности древесинного вещества.



По плотности древесины при стандартной 12% влажности породы делят на три группы:


- **малой плотности** (до  $540 \text{ кг/м}^3$ );
- **средней** ( $550\text{-}740 \text{ кг/м}^3$ );
- **высокой** ( $750 \text{ кг/м}^3$  и более).



Плотность зависит


**– от влажности;**

С увеличением влажности древесины от 0 до 30% (связанная влага) плотность повышается незначительно. При повышении влажности выше 30% плотность увеличивается более значительно.



**– от содержания поздней зоны в  
годовом слое (для хвойных и  
кольцесосудистых пород).**


Так как плотность поздней древесины в 2,5 раза больше чем ранней, следовательно, чем её больше, тем выше плотность древесины.




Плотность древесины может оцениваться несколькими показателями:

- плотностью в абсолютно сухом состоянии ( $\rho_0$ ),
- плотностью во влажном ( $\rho_w$ ),
- плотностью при стандартной (нормированной) влажности ( $\rho_{12}$ ),
- базисной плотностью ( $\rho_{\text{баз}}$ ).






# **6 Показатели** **макроструктуры древесины**



**Основными показателями макроструктуры древесины являются ширина годичных слоев и содержание поздней древесины в годичном слое.**


Эти показатели зависят от условий произрастания, ухода за древостоями и почвой.

Они напрямую связаны с качеством древесины.




**Ширина годовичных слоев – число годовичных слоев в 1 см.**

**Этот показатель влияет на физико-механические свойства древесины.**




**Содержание поздней древесины в годичном слое – это показатель, который выражается в процентном отношении суммы ширин поздних зон древесины к их общей протяженности в радиальном направлении на участке измерения с целым числом годичных слоев.**




С увеличением содержания поздней древесины повышается плотность и, следовательно, все прочностные и технологические характеристики.



# **7 Проницаемость древесины**




Характеризует способность древесины  
проводить жидкости или газы под  
давлением.



Проницаемость древесины для жидкости и газа используется в качестве критерия её способности к пропитке различными веществами.





Величина проницаемости древесины  
зависит от следующих факторов:



**– породы;**

Проницаемость у разных пород не одинакова.



**– место положения в стволе;**

У ядровых пород проницаемость заболони на несколько порядков выше, чем ядра.



**– влажности древесины;**  
С увеличением влажности  
проницаемость снижается.

**влажности**



**– количественного и качественного  
состава экстрактивных веществ;**

При их удалении проницаемость резко  
возрастает.




**– температуры;**

**При увеличении температуры проницаемость увеличивается, за счет снижения вязкости экстрактивных веществ.**



**– направления относительно волокон  
древесины.**

Вдоль волокон проницаемость на несколько порядков выше, чем поперек, в радиальном направлении несколько больше, чем в тангенциальном.



Показателем проницаемости является **коэффициент проницаемости**, который показывает какое количество газа пройдет через образец древесины площадью  $1\text{ м}^2$ , толщиной в  $1\text{ м}$ , под давлением  $1\text{ МПа}$ , в течение  $1\text{ секунды}$ .





# **8 Тепловые свойства** **древесины**

# **8.1 Теплопроводность**

Это способность проводить тепло через сечение материала при разнице температур.



Теплопроводность зависит



**– от направления относительно волокон;**

Вдоль волокон проводимость в несколько раз выше, чем поперек.




**– от влажности древесины;**

Влажная лучше проводит тепло, чем сухая.



– **ОТ ПЛОТНОСТИ.**

более плотная лучше проводит тепло.



**В целом теплопроводность древесины не высокая, в 5 – 10 раз меньше, чем у кирпича или бетона.**

## **8.2 Температуропроводность**

Это способность древесины  
выравнивать температуру по сечению.



## 8.3 Теплоемкость

Характеризует способность древесины аккумулировать тепло.


Удельная теплоемкость для всех пород одинакова и для абсолютно сухой древесины составляет **1,55** кДж/(кг °С).

С увеличением влажности теплоемкость увеличивается.


## 8.4 Тепловое расширение

Это способность увеличивать размеры при нагревании.

Тепловое расширение древесины не значительно, во много раз меньше деформаций от усушки или разбухания (на практике не учитывается).



Показатели тепловых свойств  
применяется в расчетах процессов  
сушки, нагревания, оттаивания, потерь  
тепла через ограждения из древесины.



# **9 Электрические свойства** **древесины**




Электрические свойства сильно  
зависят от влаги.

## 9.1 Электропроводность

Находится в обратной зависимости от электрического сопротивления.

Применяется для определения влажности древесины с помощью электровлагомеров.




Сухая древесина не проводит электрический ток, является **изолятором**, а при влажности 30% становится **проводником**.

## **9.2 Сопротивление** **электрическому пробую** **(электрическая прочность)**

Это максимальное напряжение, которое выдерживает материал до наступления электропроводности.

Электрическая прочность древесины с увеличением влажности снижается.







Электрическая прочность древесины по сравнению с другими изоляционными материалами невелика, для ее повышения древесину пропитывают парафином, олифой и др.



# **10 Звуковые свойства**



В древесине звук распространяется быстро, со скоростью около 5000 м/с.



Древесина является **ПЛОХИМ** звукоизолятором, но способна усиливать падающую на нее звуковую волну, т.е. **резонировать.**

Лучшая резонансная способность у **ели, пихты, кедра.**