



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.

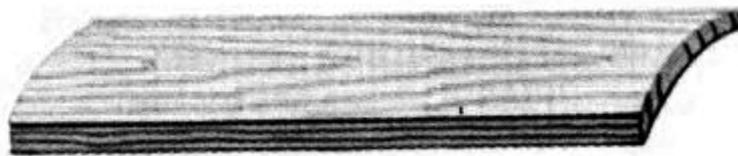


При больших внутренних напряжениях возможно **растрескивание** материалов, а также их **коробление**, т.е. изменение его начальных форм.



Виды коробления:

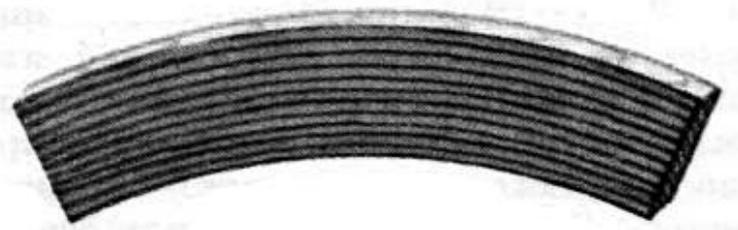
- **поперечное;**
- **продольное** бывает 3-х типов:
 - по пласти доски;
 - по кромке;
 - крыловатость.



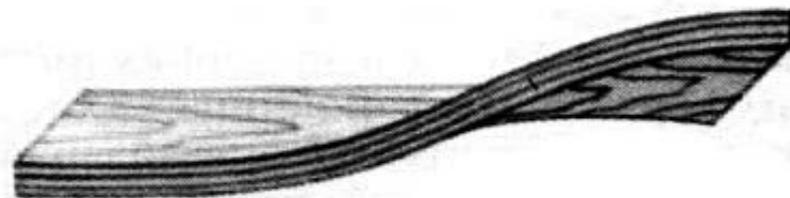
1



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 ρ , размерность кг/м^3 или
 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 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 кг/м^3);
- **средней** ($550\text{-}740 \text{ кг/м}^3$);
- **высокой** (750 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 (ρ_0),
- плотностью во влажном (ρ_w),
- плотностью при стандартной (нормированной) влажности (ρ_{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 м^2 , толщиной в 1 м , под давлением 1 МПа , в течение 1 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.**